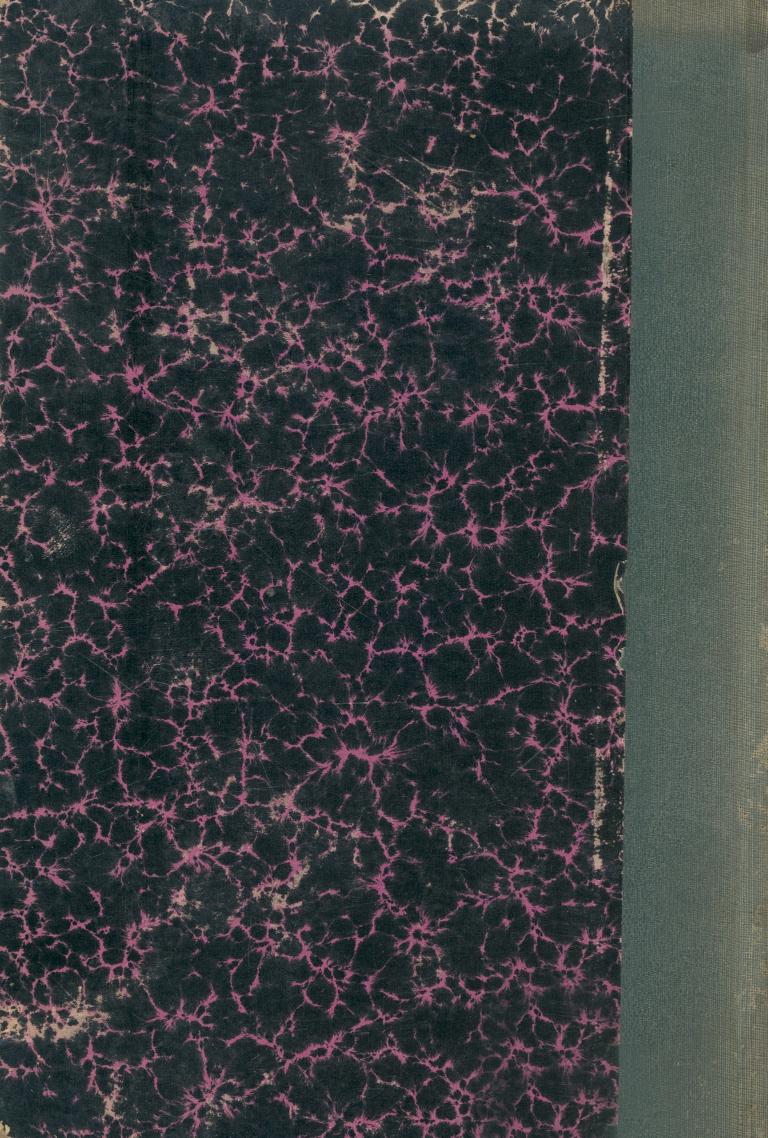


الانوار العباسية

فى

أعمال الحفر والردم الاساسية

تأليف

حضرة محمد أفندى زكى

مهندس رى الجيزة

(الطبعة الاولى)

بالمطبعة الكبرى الأميرية ببولاق مصر المحمية

سنة ١٣١٨ هجرية

١٩٠١ م



بسم الله الرحمن الرحيم

الحمد لمبدع الأنام ومفيض الجود والانعام والصلاة والسلام على صفوة خلقه الكامل فى خُلُقه وخَلْقه المرشد الى الهداية والمنقذ من الغواية (أما بعد) فان المعارف هى روح العمران وآى السعادة لنوع الانسان وهى تختلف فى الاهمية على حسب حاجات الانسان المعاشية التى تتفاوت بالنسبة للازمنة واستعداد الاشخاص وطبيعة الامكنة وحيث ان بلادنا المصرية هى بحسب طبيعتها زراعية فيكون بذل العناية بقدر الاستطاعة فى تحسين حالة الزراعة أوّل مايستوجبه حب الوطن على أبنائه أولى الفطن وأهمّ الوسائل لتحقيق هذه الأمنية هى الاعمال الهندسية اذ بها تنتظم حالة الرى وتحفر الترع فيقل الشرق وتحفظ الجسور فيؤمن من الغرق وتشق المصارف فيصلح التالف وينتج من هذه الاصلاحات استقاء الحيوانات ورى المزروعات وتسهيل الملاحة لنقل المحصولات والصادرات والواردات وبانشاء الطرق والسكك الزراعية والجسور الحديدية تسهل المواصلات وعموم الانتقالات وبالجملة فيحصل تقسيم المياه بالعدل ويمتنع التعدّى ويزول الاجحاف وعند دنوّ الخطر يكون الاسعاف الى غير ذلك من فوائد لا تحصى وفرائد يعسر أن تستقصى ولتنوّع هذه الاعمال الهندسية وكثرة قواعدها العلمية الاساسية تعدّدت فنونها المفيدة ودوّنت فيها مصنفات عديدة.

ولما كان من بينها فن الحفر والردم كثير المسائل المتعاصية على الفهم وهو أس هذه الاعمال أحببت أن أخدم العموم لاسيما اخوانى المهندسين بجمع قواعد هذا الفن فى كتاب عربى مبين يكون حاويا لفوائده جامعا لأوابده لعدم وجود كتاب عربى واف بهذا الغرض فعقدت العزيمة مع تراكم أشغالى الجسيمة على ابراز هذا المشروع الجليل الى حيز الفعل على طرز جميل فواصلت ليلى بنهارى وأوقات حضرى بأسفارى حتى تم ما أردت على وجه مستطاب جامعا لقواعدها الهندسية والوصايا العملية والنتائج التجريبية والطرق السهلة الحسابية فى هذا السفر الجليل النادر المثيل فى ذلك الفن العظيم المنافع وهذبته بحيث يسهل تناوله على كل مطالع وقد أودعته كل مانقص فى غيره حتى استنار بهديه وخيره قياما بواجب الخدمة الوطنية وشاهدا على تقدم العلوم فى حقبتنا العصرية فى ظل رب المجد والفخار العلوى ومالك السعد والاقبال الكلى مليكنا ومولانا وولى نعمتنا الافخم أفندينا (عباس باشا حلمى الثانى المعظم) حرسه الله وأدامه وحفظ رجاله المخلصين وأنجاله الاكرمين وسائر ذويه ومعيته آمين

وقد عنونته بـ(كتاب الانوار العباسية فى أعمال الحفر والردم الاساسية) تيمنا باسم سموه الكريم الشريف واعلاء لشأن هذا السفر الجليل المنيف فها كه كبدر التمام وليس الخبر كالعيان ٠٠

تمهيـــــــد

من المعـــلوم أن أشـغال الحفر والردم بالقطر المصرى هى من أهم أعمال مصلحة الرى التى عليها مدار ثروة هـذا القطر وقد كانت جارية فى الازمان السالفة بالعونة (أى بانفار يقومون باجرائها بدون مقابل) فكان لا لزوم حينئذ للبحث على كتب أو جداول لحساب هذه الاعمـال حسابا مضبوطا

أما وقد تغيرت هذه الطريقة الآن تغييرا جوهريا وصارت تلك الاعمال تؤدى بواسطة أناس يقاولون عليها من ابتداء سنة ١٨٩٠ فاهتمت مصلحة الرى من ذلك الحين فى ترميم الجسور وتطهير الترع وانشاء أشـغال مستجدة مما أوجبها لانفاق المبالغ الجسيمة الكافية لهـذه الاعمـال المتعددة وبقى من اللازم حينئذ وجود كتب يستعان بواسطتها على حساب هذه الاعمال حسابا دقيقا مختصرا مع مراعاة مزية الاقتصاد النافع

ولما كانت الطرق القليلة المدونة فى الكتب الموجودة لهذا العهد غير وافية بالغرض المقصود دعانى هذا الامر الى زيادة البحث والتنقيب لاستنباط طرق عملية يكون فى استعمالها الوصول الى حسابات مضبوطة جدا بكيفية سهلة حتى عثرت على ضالتى المنشودة بتوفيق الله تعالى

فوضعت هـذا الكتاب مشتملا على تلك الطرق وأردفتـه بجدولين كبـيرين خارجين عن الكتاب فى جلد على حدة لحساب أشـــغال الحفـر والردم متبعا فى ذلك النتائج المضبوطة التى تنتج من استعمال القانون المنشورى

وأسأل الله الهداية الى سبيل الرشاد بجاه أنبيائه ومن تبعهم من ذوى الجدّ والســداد آمين ١١

الجـــيزه فى أول نوفمبر سـنة ١٨٩٧ (محمد زكى)

الفصل الاول

(مقدمة)

بند ١ عملية الحفر أى الاخذ من الارض هى عملية عادية وظاهرة بالمشاهدة والحس التقديرى ولذا يرى أنها غنية عن البيان فلا تحتاج الى كبير مهارة ولا لتوضيح ما أو الى أى استشارة

الا أنه يلزم أن يتنبه الى أن هذا التعريف الذى قدمناه مع ما فيه من الوضوح لا ينطبق الا على العمليات الصغيرة التى تكون من قبيل المعتاد وبالغة درجة البساطة

أما اذا كان الشغل متسعا كما فى انشاء الترع والجسور والخزانات وما أشبه ذلك فيلتجأ الى عدة وسائط لا تبدو للشغالة العاديين لأنها انما نشأت من الاختبار والتجربة ولنفعها استحسن العمل بموجبها لأنه بواسطتها يقتصد فى الشغل والزمن وينتج من ذلك الاقلال أى الاقتصاد فى مصاريف اجراء الاعمال

وليعلم أنه فى معظم الاحوال تكون طريقة اجراء العمل ذات أهمية قليلة أو غير مهمة بالنسبة للمهندس الذى تنحصر وظيفته حين ذاك فى تخطيط هيئة الشغل على حسب الرسومات المجهزة من قبل وفى ملاحظة أنها جارية بالتمام كما يجب أن تكون عليها فى الخارج

أما سبب ذلك فهو وجود الذين يعملون هذه الاعمال ألا وهم الذين يقاولون عليها سواء كان بمبلغ معين من النقود أو بثمن معلوم لكل متر مكعب أو بأى كيفية أخرى

لأنه فى هذه الاحوال هؤلاء المقاولون يؤجرون وينقدون الانفار الشغالة أجورهم ويستحضرون لهم جميع الآلات والادوات التى تلزم .

هذا الا أنهم يعملون العمل بكيفية خصوصية وبحسب ما يتراآى لهم بحسب معارفهم أنها تكون لأنفسهم أكسب ما يكون من غيرها

يرى من ذلك أن المهندس فى مثل هذه الحالة التى نحن بصددها لا يهتم ولا يتعب بخصوص ادارة العمل اذ أنه واثق من حصوله بغاية الضبط والاتقان ولذا فانه يتداخل فى الحال بسلطته عندما يرى أقل خطأ محسوس

بند ٢ معلومات تختص بالشغل وبالمقاولين — كل الذين لهم تمرين متسع ومعارف كافية يعرفون ماقصدنا من معنى شغل المقاولين أو المقاولات وان ما أردنا بيانه هنا هو بقصد اتمام الفائدة للعموم فنقول

انه عند الحصول على مقاولين لادارة الاعمال شوهد أن الطريقة المعتادة فى ايقافهم على ماهية الشغل وكنه الاعمال هى أن المهندس المنوط به هذا العمل يجهز الرسومات والقطاعات اللازمة عن الشغل المراد عمله وطبعا أنه يشترط أن تكون مضبوطة وبمقياس خصوصى

ثم انه يلزمه أن يكتب مذكرة توضيحية لرسوماته ذاكرا فيها كيفية اجراء العمل وأين موضع الاتربة الزائدة ومتى يبتدأ فى العمل وماهو الزمن الذى يخصص لنهوه وكيف يكون الصرف للمقاول وماهو الجزاء المنظور أن يكون المقاول معرضا له مثل عدم تقديره العمل قدره أو نقصه منه أو اهماله بعض كيفياته أو عدم نهوه فى الميعاد المحدد أو غير ذلك من الملاحظات الضرورى معرفتها (١)

فعندها توضع هذه الرسومات والشروط فى محل يسهل الوصول اليه بقدر ما يمكن ويكون قريبا للموضع الذى سيجرى فيه العمل اذا كان فى نفس البلد أو فى بلد أو مدينة معينة بحسب القرب والبعد وظروف أخرى ثم تدرج حينئذ اعلانات بالجريدة الرسمية أو بأى طريقة يؤتى بها أمام الجمهور يذكر فيها أن الاشغال المعلومة يراد عملها والرسومات المختصة بها وكذا الشروط والملحوظات الاخرى جميع ذلك موضوع لمناظرتها واختبارها فى محل كذا من وقت معين لوقت محدود الغاية

بعد توجيه انظار جميع الاشخاص الذين يريدون أن يقاولوا على اجرا مثل هذه الاعمال ورؤيتهم الرسومات أو الارض نفسها يشرع فى تحرير عطاآت داخل ظروف مختومة ويرسلونها الى محل معين فى يوم أو قبل جزء يوم محدد ويذكرون فيها الفيئة والشروط التى ينبنى عليها الشروع فى مباشرة الاشغال وهذه المظاريف يفتحها شخص مرخص له بذلك

(١) انظر الشروط والاتفاقات المعتاد عملها مع المقاولين فى آخر الكتاب

قدجرت العادة بان تعطى الاشغال لصاحب العطاء الاقل ومع أن هـذه هي العادة المتبعة فقد يحصل كثيرا أن لايتبع الاجراء بهذه الطريقة بحيث لايجب أن تختار عموما لأن اقتدار المقاول على تأدية العمل واقتداره من حيث الثروة واعتباره هما اللذان يبحث عنهما

اذ كثيرا مايحصل أن بعض المقاولين يضعون عطاآت بدون أن يعرفون جيدا جنس الشغل فتراهم يأخذون مقاولات لعملها بأثمان بخسة عما يمكن أن تشتغل به وذلك بأمل المكسب حالة أنهم ربما كانوا لايملكون الادوات الضرورية بل ولا رأس المال الذى يكفى لأن يصرفوا منه على أنفارهم الشغالة وقد لايستطيعون تجهيز ما يلزم لادارة حركة العمل وهـذا كله قد يتأتى حتى فى الاحوال التى يقدمون فيها التأمينات الكافية لعمل مايشرعون فيه

ففى هذه الحالة عندما يجدون أن العمل يتكلف أزيد عما فى اعتباراتهم أو أن أشغالهم غير مستوفاة الامر الذى يجعل المهندس غير راض عنها ولايقرّ على صحتها وبسبب ذلك يمتنع عن التوقيع على حساباتهم التى يطلبون بها صرف قيمة ماعملوه على علاته هنالك يفرّون من الشغل تاركين تأميناتهم أو يثبتون أنهم غير مسؤلين عن العمل وحينئذ فالمهندس يبحث عن أشخاص آخرين لتتميم الشغل وبعد تأخير ومضايقة كبيرين ربما يمكنه أن يتحصل عليهم بفيات عالية

ومعارف المهندس واختباره ودربته تكفى لتمكنه من الحكم على القيمة التى يراها كافية لاجراء العمل ويجب أن يستشار بخصوص العطاآت قبل قبول واحد منها ويجب عليه أن لايسمح بقبول أى عطاء عندما يتيقن أن الفية المعطاة لاتسمح باجراء الشغل بحالة جيدة ومستوفاة

قد يحصل كثيرا أنه لايمكن الحصول على مقاولين فى المحلات المراد اجراء الشغل فيها فعلى المهندس حينئذ استحضار الادوات وتشغيل وادارة الاعمال بنفسه

ربما وجد بعض مقاولين قليلى الثروة فلا يمكنهم وضع تأمينات ولكنهم نالوا الاشغال نظرا للثقة بذممهم وبصدقهم ففى هذه الحالة قد جرت العادة بأن يحجز ١٠٪ من الدفع

التى يستحقونها كتأمين على نهو العمل ويجب أن تذكر عبارة تتعلق بهذا المعنى فى تعهد المقـــاول

بند ٣ المقاسات ــ يجب قياس جميع أشغال الحفر والردم فى مواعيد منتظمة حيث ان علامات الارض الاصلية عرضة للزوال وربما تمحى وهذا مما يؤدى الى النزاع

بند ٤ ثبات الاتربة ــ أشغال الحفر والردم تتمايل بالانزلاق أو بتدحرج أجزائها على بعضها أما ثباتها فينشأ بعضه من الاحتكاك الكائن بين جزئياتها وبعضه من تماسكها المتبادل ومع ان هذه القوة الاخيرة عظيمة فى بعض أجناس الاتربة كالطين الرطب فلا يعتمد عليها بصفة دائمية حيث انها تزول تدريجيا من تأثير الهواء والرطوبة وتغيرات الطقس ومع ذلك فان الثبات الاضافى الوقتى الناشئ عن التماسك نافع فى اجراء عملية الحفر والردم حيث انه يمكننا من جعل جانب الحفر فى اتجاه رأسى الى عمق مخصوص أسفل حرفه العلوى وهذا العمق يكون أعظم كلما كان تماسك التراب كبيرا بالنسبة لثقله وتلك القوة تزيد بالنسبة لدرجة رطوبة خاصة ولكنها تنقص من البلل الكثير

وهاك جـــدولا يبـــين بعض مقـــاديرها

جنس التراب	العمـــق الوقتى الاكبر ما يكون الذى تكون فيه واجهة التراب رأسية
رمل جاف نظيف وحصا	٠٠,٠٠ م
رمل رطب وتراب عادى	من ١,٠٠ م الى ٢,٠٠ م
طين عادى أزرق (المعروف بالطينة السوداء)	من ٣,٠٠ م الى ٥,٠٠ م

وبسبب هـــذا الثبات الوقتى المنسوب للتماسك لجوانب الحفر تعمل عادة بميل أعلى (وذلك فى حالة عدم تحريك الاتربة فى وضعها الطبيعى) عما يعطى للاتربة بعينها متى حفرت وعملت جسرا ويغطى الميل العالى بالتدريج اما بحشائش واما بخلافها وفى هذه الحالة فانه مع مرور الزمن يفقد ثانيـــة ثباته الطبيعى ثم يأخذ وضعا ثابتا جديدا تابعا فى ذلك للاحوال ولنواميس أخرى

بند ٥ زاوية ميل الاتربة — الثبات الدائمي للتراب الناشئ عن الاحتكاك وحده كاف لحفظ جانب كل من الحفر أو الردم على ميل منتظم فالزاوية التي يصنعها هذا الميل مع الافق تسمى زاوية ميل الاتربة وهذا الميل يدعى بالميل الطبيعي للتراب وهو أوطى ميل تنطرح الاتربة فيه من ذاتها وتميــل لان تتخذه وتحفظه على الدوام ثم ان ظل زاوية هذا الميل هو معامل احتكاك التراب وقد جرت العادة لبيان ميل لاتربة بالنسبة الكائنة بين عرضه الافقي وارتفاعه الرأسي أو بعبارة أخرى بنسبة نصف القطر الى ظل زاوية الميــل (التي تصنعها الاتربة مع الافق) وكلما كانت هذه النسبة أكبر كلما كان الميل كبيرا[1]

ولنبين هنا مقادير زاوية الميل المرصودة أعني الميول الطبيعية لعدة أنواع من الاتربة

جنس التراب		زاوية الميــل	البيان المعتاد للميــل الطبيعي
رمل جاف وطين وتراب مختلط	من	٣٧°	١٫٣٣ الى ١٫٠٠
	الى	٢١	٢٫٦٣ « ١٫٠٠
طين رطب		٤٥	١٫٠٠ « ١٫٠٠
طين مبلول	من	١٧	٣٫٢٣ « ١٫٠٠
	الى	١٤	٤٫٠٠ « ١٫٠٠
حصا	من	٤٨	٠٫٩٠ « ١٫٠٠
	الى	٣٥	١٫٤٣ « ١٫٠٠

هنالك ميول مستعملة كثيرا عن غيرها في أشغال الحفر والردم عموما وهي الميل المبين بنسبة ١٫٠٠ الى ١٫٠٠ و ١ ½ الى ١٫٠٠ (٣/٢) و ٢٫٠٠ الى ١٫٠٠ وهي تقابل على التناظر الى معاملات احتكاك قدرها ١٫٠٠ و ٠٫٦٧ و ٠٫٥٠ ثم ان زوايا الميل التي توافق ذلك هي ٤٥° و ٣٣ ½° و ٢٦ ½° تقريبا

(١) أما في تبيين الانحدار الطولي لجسر أو ترعة فيوجد اصطلاح آخر فاذا قيل مثلا ان طريقا ينحدر ١ في ٢٠٠٠ فمعناه أنه في طول ٢٠ كيلومتر يكون النزول هو ١٫٠٠ م وعند تصميم طريق ورسم قطاعه فمثل هذه الكيفية يستدل على الانحدار والذي دعانا لهذا البيان هو أن الكثيرين لا يميزون بين معنى الميــل وبين الانحدار مع أن الكسر الذي يدل على الاول هو عكس الكسر الذي يدل على الآخر

يظهر أن وجود كمية قليلة من الرطوبة فى التراب تزيد معامله الاحتكاكى قليلا ولكن الكمية الزيادة من الرطوبة تنقصه لغاية ما يؤول التراب الى حالة نصف سائل أو حالة طين رخو وفى هذه الحالة ولو أنه يكون به بعض تماسك أو لزوجة تقاوم تغير شكله السريع فليس له ثبات احتكاكى وان معامله الاحتكاكى وزاوية ميله ينعدمان

من هنا يعلم انه للتحقق من الثبات الاحتكاكى تعمل كل الطرق لتصريف المياه المشتمل عليها التراب .

بند ٦ من المعلوم ان جوانب الحفر هى أرض طبيعية جامدة ويمكنها طبعا أن تبقى ذات ميول واقفة عما اذا كانت ميول جسور مشغولة حديثا وكذا الميول المحمية من تأثير المياه بالحشيش أو بالتكسيات يمكن أن تكون ذات ميل واقف عن الميول الغير محمية

وقد حدد جناب الميجر براون مفتش عموم رى وجه بحرى ميول أشغال الحفر والردم على الوجه الآتى

تعطى النسبة $\frac{٢}{١}$ فى الحالات الآتية

أولا — للاتربة العارية عن التكسية الداخلة فى حدود المبانى

ثانيا — للاتربة العارية عن التكسية فى الجسور أو الردم المستجد

ثالثا — للاتربة المعرضة لتأثير ضربات المياه

أما النسبة $\frac{٣}{٢}$ أى $\frac{١}{٢}$ ١ على ١ ففى حالة ما تكون الاتربة عارية عن التكسية بالدبش وعرضة لتأثير المياه

وعلى العموم لا تعطى أبدا النسبة $\frac{١}{١}$ الا فى حالة الاتربة المكسية بالدبش وفى ميول جوانب الترع

الفصـــــل الثـــانى

(الـكلام على الحسابات المتعلقة بالحفر والردم)

بند ٧ السير المتبع لحساب الاجزاء المختلفة الداخلة فى تكعيب الاتربة هو أنه بعد معلومية كروكيات القطاعات الطولية والعرضية المبينة فى (شكلى ١ و ٢) يطلب

أولا ـ مناسيب القطاع الطولى

ثانيا ـ « ومسطحات القطاعات العرضية

ثالثا ـ المقايسة الابتدائية للاتربة

ولنـــذكر ذلك بالتفصيل فنقول

القطــــاع الطـــولى

بند ٨ ينبغى أن يعلم أن القطاع الطولى يبين ارتفاعات وانخفاضات الارض فى اتجاه محور الترعة أو الجسر المراد انشاؤه ويتعين القطاع المذكور من واقع الميزانية الطولية ومناسيبها ويلزم أن يكون دفتر هذه الميزانية بالهيئة الآتية (١)

نمرة النقط	نظـــرات		فـــروقات		منسوبات	أبعاد جزئية	أبعاد كلية	ملحوظات
	مؤخرة	مقدمة	بالزيادة	بالنقص				
١	٣٫٢٠	..	..	..	١٠٫٠٠	..	..	
٢	٣٫٧٥	٠٫٣٧	٢٫٨٣	..	١٢٫٨٣	٦١٫٠	٦١٫٠	
٣	١٫٣٩	١٫١٧	٢٫٥٨	..	١٥٫٤١	٦٧٫٠	١٢٨٫٠	
٤	٥٫١٢	٤٫٤٥	..	٣٫٠٦	١٢٫٣٥	٤٦٫٠	١٧٤٫٠	
٥	١٫٢٢	٠٫٩١	٤٫٢١	..	١٦٫٥٦	٥٤٫٠	٢٢٨٫٠	
٦	١٫٠١	١٫٧٥	..	٠٫٥٣	١٦٫٠٣	٢٥٫٠	٢٥٣٫٠	
٧	١٫٤٠	٣٫٧٧	..	٢٫٧٦	١٣٫٢٧	٨٧٫٠	٣٤٠٫٠	
٨	٢٫٩٥	٠٫٨٧	٠٫٥٣	..	١٣٫٨٠	٦٩٫٠	٤٠٩٫٠	
٩	١٫٥٢	١٫٢٠	١٫٧٥	..	١٥٫٥٥	٢١٫٠	٤٣٠٫٠	
١٠	..	١٫٣٢	٠٫٢٠	..	١٥٫٧٥	٣٥٫٠	٤٦٥٫٠	

(١) انظر أوزنيك دفتر الميزانية المستحسن أخيرا (بند ٥١)

شكل ١

+٢،٠٠

+٠،٢٥

افقى منسوبه ٠٠،٠٠										
نمر القطاعات	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠
ابعاد جزئيه		٦١،٠٠	٦٧،٠٠	٤٦،٠٠	٥٤،٠٠	٢٥،٠٠	٨٧،٠٠	٦٩،٠٠	٢١،٠٠	٣٥،٠٠
ابعاد كليه	٠	٦١،٠٠	١٢٨،٠٠	١٧٤،٠٠	٢٢٨،٠٠	٢٥٣،٠٠	٣٤٠،٠٠	٤٠٩،٠٠	٤٣٠،٠٠	٤٦٥،٠٠
مناسيب الارض	١٢،٠٠	١٢،٨٣	١٠،٤١	١٢،٣٠	١٢،٥١	١٢،٠٣	١٣،٢٧	١٢،٤٠	١٠،٥٥	١٠،٧٥
مناسيب التصميم	١٢،٠٠									١١،٦٠

الانحدار: انحدار قدره ٠،٤٠ متر على ٤٦٥،٠٠ متر اى ٠،٠٠٠٨٦٠٢ فى المتر

قد اتفق المهنـدسون على رسم القطاع الطولى بمقياسـين مختلفين أحدهما يختص بالاطوال والآخر بالارتفاعات وهـذا الأخير يكون عادة خمسة أمثال أو عشرة أمثال الاول ومامن سبب لهذا الاقصد ظهور ارتفاعات وانخفاضات الارض بأعظم ما يكون من الوسائط الهندسـية فى الظهور كما لا يخفى (وفيما وضعناه ههنا من الرسومات أمامك قد انتخبنا المقياس الذى انتخبه رصفاؤنا وهو ١/٤٠٠٠ أعنى ٠٫٠٠٠٢٥ م عن كل متر وذلك فى القطاع الطولى فقط أما فى القطاعات العرضية فلقد انتخبناه ١/٤٠٠ أعنى ٠٫٠٠٢٥ م لأجل قياس الاحداثيات الرأسية لتلك القطاعات)

بند ٩ بيان كيفية رسم القطاع الطولى — يرسم خط مواز للحافة السفلى من لوحة الرسم يبين عليها بواسـطة المقياس المتفق عليـه جميع المسافات التى بين القطاعات العرضـية التى اعتبر الانشاء بمقتضاها أو بين نقط الميزانيـة الحقيقية التى عملت والتى ترآى أنها ضرورية لانشاء الجسر أو الترعة مهـما كانت أبعادها وبعـد ذلك يقام من كل نقطة من نقط التقاسيم الحقيقية أعمـدة تسمى بالاحداثيات الرأسـية التى يجب أن يؤخـذ عليها ارتفاعات مساوية لأبعاد نقط الارض عن الخط الذى رسم والذى وصفناه لك بأن موقعه بحسب الاختيار وأن هـذا الخط هو خط أفقى ذو ارتفاع معـين فاذا وصلنا الان النقط المتحصلة بهذه المثابة ببعضها فاننا نحصل على هيئة الارض فى اتجاه محور الترعة أو الجسر

فى المثال الذى انتخبناه كان منسوب الخط الافقى هو ٠٠٫٠

ولقـد رسمت خطوط أخرى أفقية متباعدة عن بعضها بمقدار ٠٫٠٠٥ م ومنفعتها الدلالة على نمر القطاعات وعلى مسافاتها الجزئيـة والكليـة وعلى مناسيب الارض الطبيعية وعلى مناسيب التصميم وأخيرا فان آخر هـذه الخطوط يستعمل لكتابة انحدار الطريق أو الترعة التى يراد انشاؤها كما فى (شكل ١)

عادة تسمى مناسيب التصميم بالمناسيب الحمـراء لأنها تبين بهـذا اللون على القطاع الطولى ويكتب أيضا على الاحـداثيات الرأسـية فروقات الارتفاع بين مناسيب التصميم وبين مناسيب الارض الطبيعية باللون المذكور

ملحـــوظة — اذا كان الجسر أو الترعة منشأ على أرض مستوية فيكفى لعمل حساب مكعباتها رسم القطاع الطولى فقط

أما اذا كانت الارض ذات ميل جانبى أو كان سطحها غير منتظم كما فى حالة الجسور أو الترع القديمة فهذه لابد من عمل قطاعات عرضية عنها لتبيين هيئتها وامكان حسابها

القطاعات العرضـــية

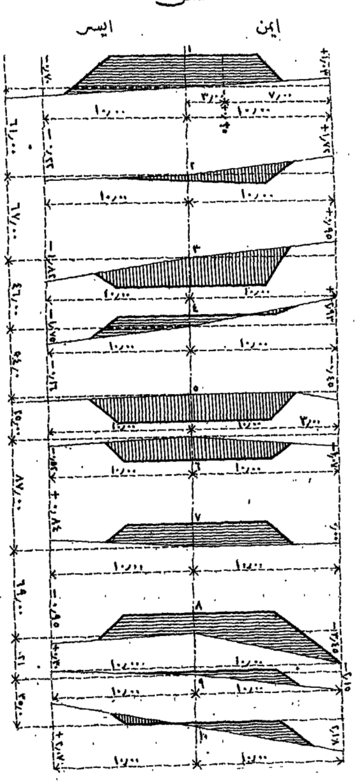
بند ١٠ القطاعات العرضـية (شكل ٢) أنشئت من واقع المناسيب المتحصلة عند وزن كل قطاع منها وهى ترسم على ورق مقسم معتاد بمقياس $\frac{1}{200}$ ونحن نعلم أن دفتر القطاعات العرضـية يشتمل على أبعاد النقط المعتبرة فى كل قطاع منها على حدته وعلى مناسيبها مأخوذة بالابتداء من الصفر على المحور ذاته وبعبارة أخرى ان الميزانية قد عملت باعتبار منسوب النقطة الموجودة على محور الطريق والتى هى من القطاع العرضى ٠٠,٠

ومن هنا يعلم أن ارتفاع النقط المختلفة فى قطاع واحد يتعين حينئذ بفرق العلو بالنسبة لهــذه النقطة ولأجل تميز المناسيب التى فوق هــذه النقطة عن مناسيب النقط المنحطة عنها يلزم أن توضع العلامة + قبل الاولى والعلامة — قبل الثانية

ولا خفـاء فى أن معاليم كل قطاع عرضى هى أولا المنسوبان المتطرفان المتباعدان بقدر كاف لعـرض الجسر أو الترعة المراد انشاؤهـما وثانيا ميول ما ذكر وجملة ذلك تتغـير بحسب الاحوال وفى حالة التوسط يكون القـدر المذكور نحو عشرة أمتار عن جانبى المحور أما منسوب وتد المحور فانه يتعـين من مقتضى مناسيب الجسر أو الترعة الموجودة على القطاع الطولى

ففى حالة ما تكون الخطوط الدالة على شكل الارض فيما بين هاتين النقطتين ليست خطا مستقيما فيجب الاعتناء بتعيين المنسوب فى كل نقطة من نقط الخط المنكسر الواصل بينهما وعنـد أخذ قطاعات الترع والجسور القديمة المراد ترميمها فانه يجب تعيين أبعاد ومناسيب أحرف القطاع العـرضى الى مسافات كافية لحد المزارع حتى انه عنـد وضع التصميم عليها لا تكون ميولها المستجدة واقعة فى أجزاء غير معلومة (انظر مثلا القطاعات العرضية من نمرة ١ الى نمرة ٥ شكل ٢)

شكل ٢



عندما يراد حساب القطاعات العرضية يلزم تجزئتها باحداثيات رأسية الى جملة أشكال منها ما يكون شبه منحرف ومنها ما يكون مستطيل أو مثلث ثم يكتب على كل قطاع جميع الابعاد الضرورية لحساب هذه السطوح أما المساحات الجزئية التى تتعين بواسطتها فتكتب على يمين وشمال كل قطاع ثم يؤلف مجموع الحفر أو الردم لكل نصف قطاع وتحصر جميع الاعداد وتوضع برقين أعشاريين فقط .

وعند عمل المقايسة توضع جميع المساحات التى وجدت فى جدول المقايسة ويؤلف مجموع الاطوال المناظرة للقطاعات سواء كانت تصورية أو حقيقية وكذا مجموع المكعبات الخاصة بالحفر والردم أما المكعبات الجزئية والكلية فتبين عادة بأعداد صحيحة كما سترى ذلك فيما بعد ان شاء الله تعالى

اتفق المهندسون على أن يفرضوا سطح الارض متولدا من مستقيم يتكئ على قطاعين عرضيين متواليين مع بقائه دائما موازيا للمستوى الرأسى المار بالمحور وهذا الاتفاق خاص برسم الجسور والترع وحساب حجم الأتربة المرفوعة والتى يراد استحضارها

بند ١١ يجب أن يكون دفتر القطاعات العرضية (التى رسمت بمقتضاه القطاعات السابقة) بالصفة المبينة بالجدول الآتى

ويمكن جعل الميزانية الطولية والعرضية فى دفتر واحد حال الشروع فى عمل القطاعات العرضية للترع والجسور غاية ما هنالك أن يلاحظ وضع علامة أمام نظرة المحور كعلامة + أو خلافها وأنه على الدوام يبتدأ فى أخذ القطاع من المحور الى جهة اليمين ومنه الى جهة اليسار فيكون فى القطاع الواحد النظرات التى فوق العلامة تختص بالجزء الذى على يمين المحور والتى تحتها بالجزء الايسر .

وبمثل هذا الدفتر يستغنى عن عمل كروكيات عن القطاعات المذكورة أثناء الميزانية وبديهى أنه يمكن تكييفه بحسب ما يرى المهندس لزوما لذلك

ملحوظة — يبين باللون الاصفر الاتربة التى يراد رفعها أعنى الحفر . وباللون الاحمر الاتربة التى يراد جلبها أعنى الردم وذلك كله فى رسومات القطاعات العرضية والطولية

(٢)

انموذج دفتر ميزانية القطاعات العرضية[1]

على يمين المحور — على يسار المحور

نمرة القطاعات	نمرة النقط	ابعاد	نظرات	ارتفاعات النقط بالنسبة للمحور	مناسيب	منسوبات: وتد المحور	منسوبات: سطح الميزان	نمرة النقط	ابعاد	نظرات	ارتفاعات النقط بالنسبة للمحور	مناسيب
١	أ	٣٫٠٠	٠٫٩٠	+٠٫٣٥	١٠٫٣٥	١٠٫٠٠	١١٫٢٥	أ	١٠٫٠٠	١٫٩٥	—٠٫٧٠	٩٫٣٠
	ب	٧٫٠٠	٠٫٢٢	+١٫٠٣	١١٫٠٣							
٢	أ	١٠٫٠٠	٠٫٨٣	+١٫٧٢	١٤٫٥٥	١٢٫٨٣	١٥٫٣٨	أ	١٠٫٠٠	٢٫٧٧	—٠٫٢٢	١٢٫٦١
٣	أ	١٠٫٠٠	٠٫١٠	+٠٫٩٠	١٦٫٣٦	١٥٫٤١	١٦٫٤٦	أ	١٠٫٠٠	٢٫٨٧	—١٫٨٢	١٣٫٥٩
٤	أ	١٠٫٠٠	٠٫٣٢	+٢٫٩٣	١٥٫٢٨	١٢٫٣٥	١٥٫٦٠	أ	١٠٫٠٠	٥٫٠٠	—١٫٧٥	١٠٫٦٠
٥	أ	٧٫٠٠	١٫٢٠	٠٫٠٠	١٦٫٥٦	١٦٫٥٦	١٧٫٧٦	أ	١٠٫٠٠	١٫٣٦	—٠٫١٦	١٦٫٤٠
	ب	٣٫٠٠	١٫٦٥	—٠٫٤٥	١٦٫١١							
٦	أ	١٠٫٠٠	٢٫٥٧	—١٫٠٧	١٤٫٩٦	١٦٫٠٣	١٧٫٥٣	أ	١٠٫٠٠	٢٫٠٢	—٠٫٥٢	١٥٫٥١
٧	أ	١٠٫٠٠	١٫٦٠	٠٫٠٠	١٣٫٢٧	١٣٫٢٧	١٤٫٨٧	أ	١٠٫٠٠	٠٫٧٦	+٠٫٨٤	١٤٫١١
٨	أ	١٠٫٠٠	٣٫٧٠	—٣٫٤٥	١٠٫٣٥	١٣٫٨٠	١٤٫٠٥	أ	١٠٫٠٠	١٫٢٠	—٠٫٩٥	١٢٫٨٥
٩	أ	١٠٫٠٠	٣٫٠٥	—٢٫١٥	١٣٫٤٠	١٥٫٥٥	١٦٫٤٥	أ	١٠٫٠٠	٠٫٦٠	+٠٫٣٠	١٥٫٨٥
١٠	أ	١٠٫٠٠	٤٫٦٨	—٢٫١٨	١٣٫٥٧	١٥٫٧٥	١٨٫٢٥	أ	١٠٫٠٠	٠٫٤٣	+٢٫٠٧	١٧٫٨٢

(١) عمل هذا الدفتر بفرض أن مناسيب أوتاد المحور معلومة من قبل من دفتر ميزانية القطاع الطولى

فى المقايســة الابتدائيــة

القطاع الطولى

بند ١٢ لنشرع بعد هذه الايضاحات فى قياس مكعبات الاتربة ولنبدأ بالقطاع الطولى الذى يجب أن يبين عليه مناسيب الجسر أو الترعة عند الاوتاد التى على المحور والتى نمرها هى ٢ و ٣ و ٤ و ٥ و ٦ و ٧ و ٨ و ٩ وذلك التعيين يكون بواســطة منسوبى النقطتين ١ و ١٠ المعلومين فى (شكل ٣)

بالنظر الى هذا الشكل نرى أن منسوب نقطة ١ هو ١٢,٠٠ م ومنسوب نقطة ١٠ هو ١٦,٠٠ ولا خفاء فى أن فرق ارتفاعى هاتين النقطتين هو ٤,٠٠م وبواسطته يمكن تعيين الانحدار فى المتر (يلزم أن يميز الانحدار الصاعد عن الانحدار النازل ولذا يبتدأ بالسير على القطاع الطولى من نقطة الاصــل فاذا كان الخط صاعدا فيوجد الانحدار الصاعد واذا كان نازلا فيوجد الانحدار النازل)

قلنا انه بواسطة فرق منسوبى نقطتى ١ و ١٠ وهو ٤,٠٠ م يمكن تعيين الانحدار فى المتر وكيفيــة ذلك أن يبرهن هكذا حيث أن فرق الارتفاع هو ٤,٠٠ م فى مسافة طولها ٤٦٥م ففى مسافة طولها ١,٠٠ م يقل فرق الارتفاع عن أصــله ٤٦٥ مرة أعنى أنه يصير مساويا الى $\frac{٤}{٤٦٥}$ = ٠,٠٠٨٦٠٢ م وهذا هو مقدار الانحدار الصاعد فى المتر الواحد

بند ١٣ ولنبحث الآن عن ارتفاعات النقط المختلفة من الجسر المعينة بالاوتاد الموضــوعة على المحور ويكفى فى ذلك أن يضرب بعــد جميع النقط من القطاعات العرضيــة مأخوذة هــذه الابعاد بالابتــداء من نقطة ١ فى المقــدار الذى عيناه وهو ٠,٠٠٨٦٠٢ م

مثلا فى القطاع نمرة ٢ يكون ٦١ × ٠,٠٠٨٦٢٠ = ٠,٥٢ فاذا أضفنا اليه ١٢,٠٠ م كان الناتج وهو ١٢,٥٢ هو منسوب نقطة المحور فى القطاع المذكور

شكل ٣

	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠
نمر القطاعات	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠
ابعاد جزئيه	٠٠ر٦١	٠٠ر٦٧	٠٠ر٤٦	٠٠ر٥٤	٠ر٢٥	٠٠ر٨٧	٠٠ر٦٩	٠ر٢١	٠ر٣٥	
ابعاد كليه	٠٠ر٠	٠٠ر٦١	٠٠ر١٢٨	٠٠ر١٧٤	٠٠ر٢٢٨	٠٠ر٢٥٣	٠٠ر٣٤٠	٠٠ر٤٠٩	٠٠ر٤٣٠	٠٠ر٤٦٥
مناسيب الارض	٠٠ر١٠	٨٣ر١٢	٤١ر١٥	٣٥ر١٢	٥٦ر١٦	٠٣ر١٦	٢٧ر١٣	٨٠ر١٣	٥٥ر١٥	٧٥ر١٥
مناسيب التصميم	٠٠ر١٢	٥٢ر١٢	١٠ر١٣	٤٥ر١٣	٩٦ر١٣	١٨ر١٤	٩٢ر١٤	٥٢ر١٥	٧٠ر١٥	٠٠ر١٦
	+ ٠٠ر٢	− ٣١ر٠	− ٣١ر٢	+ ١٠ر١	− ٦٠ر٢	− ٨٥ر١	+ ٦٥ر١	+ ٧٢ر١	+ ١٥ر٠	+ ٢٥ر٠

افقي منسوب ٠٠ر٠

الانحدار: انحدار قدره ٠٠ر٤ متر على ٤٦٥ متر اى ٠٠٨٦٠٢ر٠ في المتر

وكذا لو أردنا تعيين منسوب نقطة المحور فى القطاع نمرة ٣ فنضرب

١٢٨ × ٠٫٠٠٨٦٠٢ = ١٫١٠ م

فاذا أضفنا اليها ١٢٫٠٠ م لنتج ١٣٫١٠ م وهو المراد وهكذا يعمل لتعيين باقى المنسوبات المحورية من كل قطاع

وبهذه المثابة يمكن أن يتحصل على ارتفاع أى نقطة بضرب المسافة التى تفصلها عن سابقتها فى ٠٫٠٠٨٦٠٢ وباضافة هذا الحاصل الى المنسوب المتقدم .

الا أنه يلزم أن ننبه على أنه باجراء العمل هكذا لا يتوصل مطلقا الى نتيجة مضبوطة لأنه فى كل عملية ضرب يصرف النظر عن بعض الارقام الاعشارية التى يمكن بداهة تقريبها باضافة الوحدة أم لا كلما كان المحذوف رقمه الاول ٥ أو أكبر أم لا وبهذه الطريقة ربما يحصل التعادل ولكنه قد يتفق أيضا أن هذه الفروقات تكون فى جهة واحدة فتضاف الى بعضها وينشأ عنها خطأ محسوس مع أنه باجراء العمل كما سبق يتحصل منسوب كل نقطة بالضبط الذى يراد مهما كان وضعها على محور الطريق

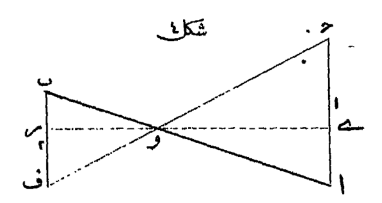
وينبغى ملاحظة أن هذه المناسيب هى المناسيب الحمراء ويجب أن تكتب بهذا اللون على لوحة الورق

بند ١٤ مما يجب الاعتناء بحسابه وتعيين وضعه نقط انفصال الحفر من الردم وهى نقط تقابل سطح الجسر التصميمى المرسوم بالخط الاحمر مع سطح الارض الطبيعى الذى يجرى رسمه من واقع الميزانية

لهذا نشرع هنا فى تعيين نقط الانفصال بالحساب فنقول

ليكن المعلوم قطاعين وهما نمرة ١ ونمرة ٢ (شكل ٤) وليكن اح و ب ف بعدى الجسر عن الارض و ى ر المسافة بين هذين القطاعين

فلتعيين بعد نقطة الانفصال و عن ى و ر يقال ان المثلثين حاو و ب و ف متشابهان بحيث ان الخطين وح و وف متحدان وكذا وا و وب وأن حا و ب ف متوازيان لانهما رأسيان



ومن هذين المثلثين يحدث هذا التناسب

$$\frac{\text{ىو}}{\text{وم}} = \frac{\text{اح}}{\text{بف}}$$

فلو أضفنا لكل مقام بسطه لنتج

$$\frac{\text{ىو}}{\text{وم} + \text{ىو}} = \frac{\text{اح}}{\text{بف} + \text{اح}}$$

ولكن

$$\text{ىم} = \text{وم} + \text{ىو}$$

فيكون أخيرا

$$\frac{\text{ىو}}{\text{ىم}} = \frac{\text{اح}}{\text{بف} + \text{اح}}$$

ومنها

$$\text{ىو} = \frac{\text{اح} \times \text{ىم}}{\text{بف} + \text{اح}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (١)$$

ولكن ىو هو بعد نقطة الانفصال عن القطاع نمرة ١
وبناء عليه يكون

$\text{ىم} - \text{ىو} = \text{وم}$ هو بعدها عن القطاع نمرة ٢

من البرهان المتقدم تنتج هذه القاعدة

بعد أى نقطة من خط الانفصال عن أحد القطاعين يساوى حاصل ضرب البعد بينهما فى ارتفاع القطاع الذى منه يبتدئ هذا البعد مقسوما على مجموع الارتفاعين

بند ١٥ ولنرجع للقطاع الطولى (شكل ٥) الذى يجب أن يعين عليه بعد كل نقطة من نقط الانفصال عن القطاعين اللذين أحدهما قبلها والآخر بعدها

مثلا اذا أريد الحصول على نقطة الانفصال المحصورة بين القطاعين ١ و ٢ فيطبق القانون (أ) السابق ذكره بند (١٤) وحينئذ يوجد أن

$$\frac{٦١٫٠٠ \times ٢}{٢٫٠٠ + ٠٫٣١} = ٥٢٫٨١$$

فالبعدان ٥٢٫٨١ و ٨٫١٩ لهذه النقطة عن القطاعين العرضيين يبينان على القطاع الطولى

• قد أجرينا العمل على هذا المنوال لايجاد ابعاد نقط الانفصال المحصورة بين القطاعات ٣ و ٤ و ٦ و ٧ كما هو مسطور فى الشكل المذكور

حساب القطاعات العرضية

بند ١٦ قد رسمت القطاعات العرضية المبينة فى (شكل ٣) من دفتر ميزانية القطاعات العرضية المبين أنموذجه بصحيفة (١٨)

يلزم أن تسبق المناسيب على الكروكى بعلامة + أو — على حسب وضعها أعلا أو أسفل وتد المحور الذى يفرض منسوبه ٠٠٫٠ على الدوام

وزيادة على ذلك فانه يلزم أن يبين على محور القطاعات العرضية المناسيب الحمراء الموجودة فى القطاع الطولى

مثلا فى القطاع نمرة ١ كان هذا الارتفاع ٢٫٠٠ م وفى القطاع نمرة ٢ هو ٠٫٣١ م وفى القطاع نمرة ٣ هو ٢٫٣١ م وهكذا بالنسبة لباقى القطاعات الاخرى

شكل ٥

افقي منسوبه ١٠,٠٠

نمر القطاعات	ابعاد جزئيه	ابعاد كليه	مناسيب الارض	مناسيب التصميم	الفرق
١			١٢,٠٠	١٢,٠٠	٠,٠٠
٢	٦١,٠٠	٦١,٠٠	١٢,٨٣	١٢,٥٢	− ٠,٣١
٣	٦٧,٠٠	١٢٨,٠٠	١٥,٤١	١٣,١٠	− ٢,٣١
٤	٤٦,٠٠	١٧٤,٠٠	١٢,٣٥	١٣,٥٠	+ ١,١٥
٥	٥٤,٠٠	٢٢٨,٠٠	١٦,٥٦	١٣,٩٦	− ٢,٦٠
٦	٢٥,٠٠	٢٥٣,٠٠	١٦,٠٣	١٤,١٨	− ١,٨٥
٧	٨٧,٠٠	٣٤٠,٠٠	١٣,٢٧	١٤,٩٢	+ ١,٦٥
٨	٦٩,٠٠	٤٠٩,٠٠	١٣,٨٠	١٥,٥٢	+ ١,٧٢
٩	٢١,٠٠	٤٣٠,٠٠	١٥,٥٥	١٥,٧٠	+ ٠,١٥
١٠	٣٥,٠٠	٤٦٥,٠٠	١٥,٧٥	١٦,٠٠	+ ٠,٢٥

٥٢,٨١ ٨,١٩ ٣٠,٧١ ١٥,٢٩ ١٦,٥٦ ٣٧,٤٤ ٤٥,٩٩ ٤١,٠١

الانحدار قدره ٤,٠٠م على ٤٦٥,٠٠م اى ٠,٠٠٨٦٠٢ فى المتر

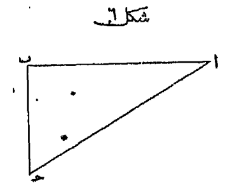
بند ١٧ بقى علينا بعد هذه الايضاحات أن نعين مسطح هذه القطاعات ولذا يلزم ابتداء أن نحسب نقط خطوط الانفصال فى القطاعات العرضية

فالقطاع نمرة ٤ من القطاعات العرضية يعطينا مثالا على ذلك

ولا يمكننا أن نعين هذه النقطة بمقتضى قانون (١) بند (١٤) اذ ليس معلوما الا ارتفاع واحد فقط وهو الذى على المحور ومقداره ١٫١٥ أما الاخر وقدره ٠٫٠٠ م فهو مجهول يلزم البحث عنه ولذلك نقول

لنعتبر المثلث القائم الزاوية ا ب ح (شكل ٦) الذى ضلعه اب = الطول المجهول المسمى اصطلاحا بعرض الانحدار أو بعرض الميل , ب ح = ١٫١٥ , اح الارض الطبيعية

شكل ٦



فمن الواضح ان انحدار اح = نسبة الارتفاع ب ح الى الطول الافقى اب انظر حاشية (بند ٥) حيث بينا بها تعريف الانحدار

وبناء على هذا التعريف يكون

$$\text{انحدار اح} = \frac{\text{ب ح}}{\text{ا ب}}$$

ومنها يستنتج ان

$$\text{اب} \times \text{انحدار اح} = \text{ب ح}$$

وعليه يكون

$$\text{اب} = \frac{\text{ب ح}}{\text{انحدار اح}}$$

فاذا فرضنا ان ڤَ هو انحدار الارض الطبيعية فى المتر(١) يكون

$$\text{اب} = \frac{\text{بح}}{\text{ڤَ}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (٢)$$

وحيث كان بح = ١٫١٥ وانحدار اح = $\frac{٢٫١٣}{١٠}$ أى ٠٫٢٩٣ فيوجد أن

$$\text{اب} = \frac{١٫١٥}{٠٫٢٩٣} = ٣٫٩٢$$

من هذا الاثبات تستنبط القاعدة الآتية

قاعدة — بعد نقطة خط الانفصال عن محور الطريق فى كل قطاع عرضى يساوى المنسوب الاحمر الذى على المحور مقسوما على انحدار الارض

وبالكيفية عينها تحسب نقطة خط الانفصال فى القطاع نمرة ١٠ من القطاعات العرضية إذ بتطبيق القاعدة السابقة أو قانون (٢) يرى أن بعدها عن المحور هو

$$\text{س} = \frac{٠٫٢٥}{٠٫٢٠٧} = ١٫٢٠$$

بند ١٨ المسألتان الآتيتان تنفعان فى تعيين الامتداد المجهول فى كل مثلث موضوع فى نهاية القطاع العرضى وهذا الامتداد ليس شيأ آخر سوى عرض الميل كما هو بديهى

بند ١٩ اذا علم الانحداران ڤَ و ڤ الجانبيان لارض ولترعة أو لطريق فيمكن حساب المسافة الأفقية س متى علم الارتفاع ع

وهنا يميز حالتان ولذا انحصر الموضوع فى المسألتين الآتيتين كما ذكر

---

(١) هل هناك فرق بين قولنا انحدار الارض الطبيعية وبين قولنا انحدارها فى المتر كلا ثم كلا فكلا العبارتين بمعنى ومفهوم واحد غير أن التعبير الاخير أوضح لان الانحدار يتعين بقسمة المسافة الرأسية على المسافة الافقية ولا خفاء فى ان هذا هو تجزئة الرأسى الى جملة أجزاء بعدد وحدات الافقى أعنى هو الانحدار فى المتر متى اعتبر المتر وحدة فليتأمل

المسألة الاولى ـ أن يكون الطول س واقعاً داخل المثلث المتكوّن بالثلاث خطوط السابق ذكرها وهذا ما يحصل حينما يكون الانحداران مختلفى الاتجاه كما فى (شكل ٧) ولا خفاء أنه يحدث

$$\text{ه} = \frac{\text{ب ح}}{\text{س}} \quad , \quad \text{هَ} = \frac{\text{د ح}}{\text{س}}$$

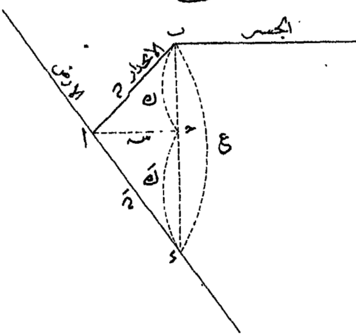
فاذا جعلنا

$$\text{ب ح} = \text{ك} \quad , \quad \text{د ح} = \text{كَ}$$

يحدث

$$\text{ه} = \frac{\text{ك}}{\text{س}} \quad , \quad \text{هَ} = \frac{\text{كَ}}{\text{س}}$$

شكل ٧



وبجمع هاتين المتساويتين طرفاً على طرف يكون

$$\text{ه} + \text{هَ} = \frac{\text{ك}}{\text{س}} + \frac{\text{كَ}}{\text{س}}$$

أو

$$\text{ه} + \text{هَ} = \frac{\text{ك} + \text{كَ}}{\text{س}}$$

ومنها ينتج أن

$$(\text{ه} + \text{هَ})\ \text{س} = \text{ك} + \text{كَ}$$

فاذا استخرجنا مقدار س نجد أن

$$\text{س} = \frac{\text{ك} + \text{كَ}}{\text{ه} + \text{هَ}}$$

وبما أن

$$\text{ك} + \text{كَ} = \text{ع}$$

فنجد أخيرا أن

$$\text{س} = \frac{\text{ع}}{\text{ه} + \text{هَ}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (٣)$$

فمن هـذا الاثبات تستنبط القاعدة الآتيـة

قاعـدة ــ حينما يكون الانحداران مختلفي الجهـة فعرض الميل يساوى بعد حافة الطريق عن الارض مقسوما على مجموع هذين الانحدارين

بند ٢٠ المسألة الثانية ــ أن يقع عرض الميل خارج المثلث ففي هذه الحالة يكون الانحداران في جهة واحدة (شكل ٨)

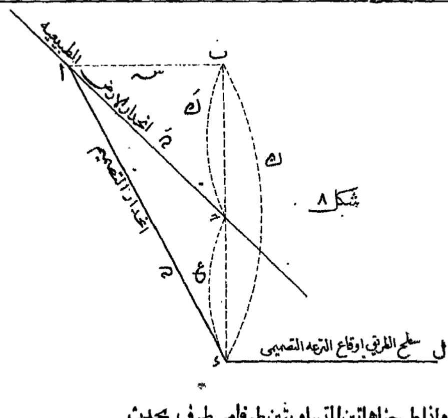
فالخط اح يدل على الارض ، اد على ميل الترعة ، لد على قاع هذه الترعة أو سطح الطريق

ولنجعـل

$$\text{حد} = \text{ع} \quad ، \quad \text{بد} = \text{ك} \quad ، \quad \text{بح} = \text{كَ}$$

ولنرمز الى عرض الميل المجهول وهو اب بحرف س فمن المقرر أن

$$\text{ه} = \frac{\text{بد}}{\text{س}} = \frac{\text{ك}}{\text{س}} \quad ، \quad \text{هَ} = \frac{\text{بح}}{\text{س}} = \frac{\text{كَ}}{\text{س}}$$



واذا طرحنا هاتين المتساويتين طرفا من طرف يحدث

$$\text{ف} - \text{فَ} = \frac{\text{ك}}{\text{س}} - \frac{\text{كَ}}{\text{س}}$$

أو

$$\text{ف} - \text{فَ} = \frac{\text{ك} - \text{كَ}}{\text{س}}$$

وحينئذ يكون

$$\text{س}\,(\text{ف} - \text{فَ}) = \text{ك} - \text{كَ}$$

ومن هنا يعلم أن

$$\text{س} = \frac{\text{ك} - \text{كَ}}{\text{ف} - \text{فَ}}$$

ولكن

$$\text{ك} - \text{كَ} = \text{ع}$$

فعليه يكون

$$\text{س} = \frac{\text{ع}}{\text{ف} - \text{فَ}} \qquad \text{(٤)}$$

ومن ذلك تنتج القاعدة الآتيــة

قاعدة — حينما يكون الانحداران فى جهة واحدة فعرض الميل يساوى بعد حافة الطريق عن الارض مقسوما على فرق الانحدارين

واذا كانت الترعة وميولها فى الردم أى عكس هذه الحالة فبمثيل ما سبق تماما يكون

$$س = \frac{ع}{ى - ى'}$$ (١) .... (٤) مكرر

بند ٢١ ملحوظة — اذا فرضنا فى القانونين (٣ و ٤) أن الانحدار ى معدوم بمعنى أن خط التصميم أفقى فاننا نتحصل على ذات النتيجة التى تقررت سابقا بقانون (٢) (بند ١٧) بطريقة أخرى وهى

$$س = \frac{ع}{ى}$$

بند ٢٢ بما أن البعيدين المبينين بقانونى (٣ و ٤) المثبوتين فى بندى (١٩ و ٢٠) ضروريان لحساب القطاعات العرضية فقد وضعنا هنا جدولا لتسهيل حسابهما فى الانحدارات الاكثر استعمالا وهى $\frac{١}{١}$ و $\frac{٢}{٣}$ و $\frac{١}{٢}$

وللوصول لذلك ننبه على أن هذين القانونين يمكن وضعهما هكذا

$$س = \frac{١}{ى + ى'} \times ع \quad و$$

$$س = \frac{١}{ى - ى'} \times ع$$

فباعطاء ى' الذى هو انحدار الارض الطبيعية مقادير متوالية تتغير من ١٠ر٠ م الى ١٠ر٠ م لغاية ٠٠ر١ م يتكون الجدول المذكور وما علينا حينئذ الا ضرب ما يعطيه بحسب الانحدار المعتبر فى الارتفاع المعلوم فينتج عرض الميل المطلوب الذى يدخل دائما فى حساب القطاعات العرضية . وهاك الجدول المذكور

---

(١) هذا القانون يطبق فى حالة كسر الجسور وأما فى حالة الترع فيندر وجود ذلك فى برمصر .

جدول نمرة ١ معاملات عروض الميل للانحدارات المعتادة[١]

انحدار الارض الطبيعية بالسنتيمتر للمتر	انحدار ١/١		انحدار ٢/٣		انحدار ١/٢	
	اذا كان انحدار الارض والتصميم متجهين		اذا كان انحدار الارض والتصميم متجهين		اذا كان انحدار الارض والتصميم متجهين	
	فى اتجاه واحد	فى اتجاه مخالف	فى اتجاه واحد	فى اتجاه مخالف	فى اتجاه واحد	فى اتجاه مخالف
١	١٫٠١	٠٫٩٩	١٫٥١	١٫٤٧	٢٫٠٤	١٫٩٦
٢	١٫٠٢	٠٫٩٨	١٫٥٣	١٫٤٤	٢٫٠٨	١٫٩٢
٣	١٫٠٣	٠٫٩٧	١٫٥٦	١٫٤٣	٢٫١٣	١٫٨٩
٤	١٫٠٤	٠٫٩٦	١٫٥٨	١٫٤١	٢٫١٧	١٫٨٥
٥	١٫٠٥	٠٫٩٥	١٫٦١	١٫٣٩	٢٫٢٢	١٫٨٢
٦	١٫٠٦	٠٫٩٤	١٫٦٣	١٫٣٧	٢٫٢٧	١٫٧٨
٧	١٫٠٧	٠٫٩٣	١٫٦٧	١٫٣٥	٢٫٣٢	١٫٧٥
٨	١٫٠٩	٠٫٩٢	١٫٦٩	١٫٣٣	٢٫٣٨	١٫٧٢
٩	١٫١٠	٠٫٩٢	١٫٧٢	١٫٣١	٢٫٤٤	١٫٦٩
١٠	١٫١١	٠٫٩١	١٫٧٥	١٫٣٠	٢٫٥٠	١٫٦٧
١١	١٫١٢	٠٫٩٠	١٫٧٨	١٫٢٨	٢٫٥٦	١٫٦٤
١٢	١٫١٤	٠٫٨٩	١٫٨١	١٫٢٦	٢٫٦٣	١٫٦١
١٣	١٫١٥	٠٫٨٨	١٫٨٥	١٫٢٥	٢٫٧٠	١٫٥٩
١٤	١٫١٦	٠٫٨٨	١٫٨٩	١٫٢٣	٢٫٧٨	١٫٥٦
١٥	١٫١٨	٠٫٨٧	١٫٩٣	١٫٢١	٢٫٨٦	١٫٥٤
١٦	١٫١٩	٠٫٨٦	١٫٩٦	١٫٢٠	٢٫٩٤	١٫٥١
١٧	١٫٢٠	٠٫٨٥	٢٫٠٠	١٫١٩	٣٫٠٣	١٫٤٩
١٨	١٫٢٢	٠٫٨٥	٢٫٠٤	١٫١٨	٣٫١٢	١٫٤٧
١٩	١٫٢٣	٠٫٨٤	٢٫٠٨	١٫١٦	٣٫٢٢	١٫٤٥
٢٠	١٫٢٥	٠٫٨٣	٢٫١٢	١٫١٥	٣٫٣٣	١٫٤٣

(١) لاجل معرفة زوايا الميل المقابلة لهذه الانحدارات انظر (جدول نمرة ٤)

جدول نمرة ١ معادلات عروض الميل للانحدارات المعتادة

انحدار الارض الطبيعية بالسنتيمتر للمتر	انحدار ١/١ اذا كان انحدار الارض والتصميم متجهين في اتجاه واحد	انحدار ١/١ اذا كان انحدار الارض والتصميم متجهين في اتجاه مخالف	انحدار ٢/٣ اذا كان انحدار الارض والتصميم متجهين في اتجاه واحد	انحدار ٢/٣ اذا كان انحدار الارض والتصميم متجهين في اتجاه مخالف	انحدار ١/٢ اذا كان انحدار الارض والتصميم متجهين في اتجاه واحد	انحدار ١/٢ اذا كان انحدار الارض والتصميم متجهين في اتجاه مخالف
٢١	١٫٢٦	٠٫٨٣	٢٫١٧	١٫١٤	٣٫٤٥	١٫٤٠
٢٢	١٫٢٨	٠٫٨٢	٢٫٢٢	١٫١٢	٣٫٥٧	١٫٣٩
٢٣	١٫٣٠	٠٫٨١	٢٫٢٧	١٫١١	٣٫٧٠	١٫٣٧
٢٤	١٫٣١	٠٫٨١	٢٫٣٢	١٫١٠	٣٫٨٤	١٫٣٥
٢٥	**١٫٣٣**	**٠٫٨٠**	**٢٫٣٨**	**١٫٠٩**	**٤٫٠٠**	**١٫٣٣**
٢٦	١٫٣٥	٠٫٧٩	٢٫٤٣	١٫٠٧	٤٫١٧	١٫٣١
٢٧	١٫٣٧	٠٫٧٩	٢٫٥٠	١٫٠٦	٤٫٣٥	١٫٣٠
٢٨	١٫٣٩	٠٫٧٨	٢٫٥٦	١٫٠٥	٤٫٥٤	١٫٢٨
٢٩	١٫٤١	٠٫٧٧	٢٫٦٣	١٫٠٤	٤٫٧٦	١٫٢٦
٣٠	**١٫٤٣**	**٠٫٧٧**	**٢٫٧٠**	**١٫٠٣**	**٥٫٠٠**	**١٫٢٥**
٣١	١٫٤٥	٠٫٧٦	٢٫٧٨	١٫٠٢	٥٫٢٦	١٫٢٣
٣٢	١٫٤٧	٠٫٧٥	٢٫٨٦	١٫٠١	٥٫٥٥	١٫٢٢
٣٣	١٫٤٩	٠٫٧٥	٢٫٩٤	١٫٠٠	٥٫٨٨	١٫٢٠
٣٤	١٫٥١	٠٫٧٥	٣٫٠٣	٠٫٩٩	٦٫٢٥	١٫١٩
٣٥	**١٫٥٤**	**٠٫٧٤**	**٣٫١٣**	**٠٫٩٨**	**٦٫٦٧**	**١٫١٨**
٣٦	١٫٥٦	٠٫٧٣	٣٫٢٢	٠٫٩٧	٧٫١٤	١٫١٦
٣٧	١٫٥٩	٠٫٧٣	٣٫٣٣	٠٫٩٦	٧٫٦٩	١٫١٥
٣٨	١٫٦١	٠٫٧٢	٣٫٤٤	٠٫٩٥	٨٫٣٣	١٫١٤
٣٩	١٫٦٤	٠٫٧٢	٣٫٥٧	٠٫٩٤	٩٫٠٩	١٫١٢
٤٠	**١٫٦٧**	**٠٫٧١**	**٣٫٧٠**	**٠٫٩٣**	**١٠٫٠٠**	**١٫١١**

جدول نمرة ١　معاملات عروض الميل للانحدارات* المعتادة .

انحدار الارض الطبيعية بالسنتيمتر للمتر	انحدار $\frac{١}{١}$ اذا كان انحدار الارض والتصميم متجهين في اتجاه واحد	انحدار $\frac{١}{١}$ في اتجاه مخالف	انحدار $\frac{٢}{٣}$ اذا كان انحدار الارض والتصميم متجهين في اتجاه واحد	انحدار $\frac{٢}{٣}$ في اتجاه مخالف	انحدار $\frac{١}{٢}$ اذا كان انحدار الارض والتصميم متجهين في اتجاه واحد	انحدار $\frac{١}{٢}$ في اتجاه مخالف
٤١	١,٦٩	٠,٧١	٣,٨٤	٠,٩٢	١١,١١	١,١٠
٤٢	١,٧٢	٠,٧٠	٤,٠٠	٠,٩٢	١٢,٥٠	١,٠٩
٤٣	١,٧٥	٠,٧٠	٤,١٧	٠,٩١	١٤,٢٨	١,٠٧
٤٤	١,٧٨	٠,٦٩	٤,٣٥	٠,٩٠	١٦,٦٧	١,٠٦
٤٥	١,٨٣	٠,٦٩	٤,٥٤	٠,٨٩	٢٠,٠٠	١,٠٥
٤٦	١,٨٥	٠,٦٨	٤,٧٦	٠,٨٨	٢٥,٠٠	١,٠٤
٤٧	١,٨٩	٠,٦٨	٥,٠٠	٠,٨٨	٣٣,٣٣	١,٠٣
٤٨	١,٩٢	٠,٦٧	٥,٢٦	٠,٨٧	٥٠,٠٠	١,٠٢
٤٩	١,٩٦	٠,٦٧	٥,٥٥	٠,٨٦	١٠٠,٠٠	١,٠١
٥٠	٢,٠٠	٠,٦٧	٥,٨٨	٠,٨٥	..	١,٠٠
٥١	٢,٠٤	٠,٦٦	٦,٢٥	٠,٨٥	..	٠,٩٩
٥٢	٢,٠٨	٠,٦٦	٦,٦٧	٠,٨٤	..	٠,٩٨
٥٣	٢,١٢	٠,٦٥	٧,١٤	٠,٨٣	..	٠,٩٧
٥٤	٢,١٧	٠,٦٥	٧,٦٩	٠,٨٣	..	٠,٩٦
٥٥	٢,٢٢	٠,٦٤	٨,٣٣	٠,٨٢	..	٠,٩٥
٥٦	٢,٢٧	٠,٦٤	٩,٠٩	٠,٨١	..	٠,٩٤
٥٧	٢,٣٢	٠,٦٤	١٠,٠٠	٠,٨٠	..	٠,٩٣
٥٨	٢,٣٨	٠,٦٣	١١,١١	٠,٨٠	..	٠,٩٢
٥٩	٢,٤٤	٠,٦٣	١٢,٥٠	٠,٧٩	..	٠,٩٢
٦٠	٢,٥٠	٠,٦٣	١٤,٢٨	٠,٧٩	..	٠,٩١

جدول نمرة ١ معاملات عروض الميل للانحدارات المعتادة

انحدار الارض الطبيعية بالسنتيمتر للمتر	انحدار $\frac{1}{1}$ اذا كان انحدار الارض والتصميم متجهين في اتجاه واحد	انحدار $\frac{1}{1}$ اذا كان انحدار الارض والتصميم متجهين في اتجاه مخالف	انحدار $\frac{2}{3}$ اذا كان انحدار الارض والتصميم متجهين في اتجاه واحد	انحدار $\frac{2}{3}$ اذا كان انحدار الارض والتصميم متجهين في اتجاه مخالف	انحدار $\frac{1}{2}$ اذا كان انحدار الارض والتصميم متجهين في اتجاه واحد	انحدار $\frac{1}{2}$ اذا كان انحدار الارض والتصميم متجهين في اتجاه مخالف
٦١	٢,٥٦	٠,٦٢	١٦,٦٧	٠,٧٨	. .	٠,٩٠
٦٢	٢,٦٣	٠,٦٢	٢٠,٠٠	٠,٧٧	. .	٠,٨٩
٦٣	٢,٧٠	٠,٦١	٢٥,٠٠	٠,٧٧	. .	٠,٨٨
٦٤	٢,٧٨	٠,٦١	٣٣,٣٣	٠,٧٦	. .	٠,٨٨
٦٥	٢,٨٦	٠,٦١	٥٠,٠٠	٠,٧٦	. .	٠,٨٧
٦٦	٢,٩٤	٠,٦٠	١٠٠,٠٠	٠,٧٥	. .	٠,٨٦
٦٧	٣,٠٣	٠,٦٠	. .	٠,٧٥	. .	٠,٨٥
٦٨	٣,١٢	٠,٥٩	. .	٠,٧٤	. .	٠,٨٥
٦٩	٣,٢٢	٠,٥٩	. .	٠,٧٣	. .	٠,٨٤
٧٠	٣,٣٣	٠,٥٩	. .	٠,٧٣	. .	٠,٨٣
٧١	٣,٤٤	٠,٥٨	. .	٠,٧٢	. .	٠,٨٣
٧٢	٣,٥٧	٠,٥٨	. .	٠,٧٢	. .	٠,٨٢
٧٣	٣,٧٠	٠,٥٨	. .	٠,٧١	. .	٠,٨١
٧٤	٣,٨٥	٠,٥٧	. .	٠,٧١	. .	٠,٨٠
٧٥	٤,٠٠	٠,٥٧	. .	٠,٧٠	. .	٠,٨٠
٧٦	٤,١٧	٠,٥٧	. .	٠,٧٠	. .	٠,٧٩
٧٧	٤,٣٥	٠,٥٦	. .	٠,٦٩	. .	٠,٧٩
٧٨	٤,٥٤	٠,٥٦	. .	٠,٦٩	. .	٠,٧٨
٧٩	٤,٧٦	٠,٥٦	. .	٠,٦٨	. .	٠,٧٧
٨٠	٥,٠٠	٠,٥٥	. .	٠,٦٨	. .	٠,٧٧

جدول نمرة ١ معاملات عروض الميل للانحدارات المعتادة

انحدار الارض الطبيعية بالسنتيمتر للمتر	انحدار ١/١ — اذا كان انحدار الارض والتصميم متجهين فى اتجاه واحد	انحدار ١/١ — فى اتجاه مخالف	انحدار ٢/٣ — اذا كان انحدار الارض والتصميم متجهين فى اتجاه واحد	انحدار ٢/٣ — فى اتجاه مخالف	انحدار ١/٢ — اذا كان انحدار الارض والتصميم متجهين فى اتجاه واحد	انحدار ١/٢ — فى اتجاه مخالف
٨١	٥٫٣٦	٠٫٥٥	. .	٠٫٦٧	. .	٠٫٧٦
٨٢	٥٫٥٥	٠٫٥٥	. .	٠٫٦٧	. .	٠٫٧٦
٨٣	٥٫٨٨	٠٫٥٥	. .	٠٫٦٧	. .	٠٫٧٥
٨٤	٦٫٢٥	٠٫٥٤	. .	٠٫٦٦	. .	٠٫٧٥
٨٥	٦٫٦٧	٠٫٥٤	. .	٠٫٦٦	. .	٠٫٧٤
٨٦	٧٫١٤	٠٫٥٤	. .	٠٫٦٥	. .	٠٫٧٣
٨٧	٧٫٦٩	٠٫٥٣	. .	٠٫٦٥	. .	٠٫٧٣
٨٨	٨٫٣٣	٠٫٥٣	. .	٠٫٦٤	. .	٠٫٧٢
٨٩	٩٫٠٩	٠٫٥٣	. .	٠٫٦٤	. .	٠٫٧٢
٩٠	١٠٫٠٠	٠٫٥٣	. .	٠٫٦٤	. .	٠٫٧١
٩١	١١٫١١	٠٫٥٢	. .	٠٫٦٣	. .	٠٫٧١
٩٢	١٢٫٥٠	٠٫٥٢	. .	٠٫٦٣	. .	٠٫٧٠
٩٣	١٤٫٢٨	٠٫٥٢	. .	٠٫٦٢	. .	٠٫٧٠
٩٤	١٦٫٦٧	٠٫٥٢	. .	٠٫٦٢	. .	٠٫٦٩
٩٥	٢٠٫٠٠	٠٫٥١	. .	٠٫٦٢	. .	٠٫٦٩
٩٦	٢٥٫٠٠	٠٫٥١	. .	٠٫٦١	. .	٠٫٦٨
٩٧	٣٣٫٣٣	٠٫٥١	. .	٠٫٦١	. .	٠٫٦٨
٩٨	٥٠٫٠٠	٠٫٥١	. .	٠٫٦١	. .	٠٫٦٧
٩٩	١٠٠٫٠٠	٠٫٥٠	. .	٠٫٦٠	. .	٠٫٦٧
١٠٠	١٫٠٠	٠٫٥٠	. .	٠٫٥٩	. .	٠٫٦٧

بند ٣٣ لنشرع الآن فى حساب القطاعات العرضية المبينة (بشكل ٢) ولهذا القصد نقول انه يلزم تحليلها الى مثلثات وأشباه منحرفة ومستطيلات ويجب الاهتمام بتقليل عدد الاشكال فى هذا التحليل ما أمكن لاجتناب التطويل فى العمل

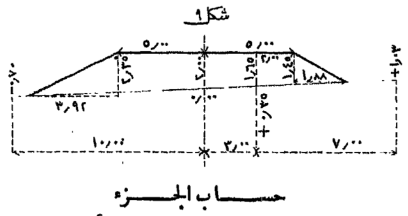
ولترتيب الحساب بأبسط كيفية قد كونا ثلاث أعمدة يدل أولها على الاعمال التى فى النصف الأيمن من القطاع وثانيها على التى فى النصف الأيسر وثالثها على مسطح الأجزاء المختلفة وكذا على مجموع مسطحات الحفر والردم

مما يلزم الالتفات اليه أن ميل الحفر هو $\frac{١}{١}$ ويكون انحداره يساوى ١ وميل الردم هو $\frac{٣}{٢}$ فيكون انحداره $\frac{٢}{٣}$ أى ٠,٦٦٦ أو بالاختصار ٠,٦٧ وتارة يكون ميل الردم $\frac{٢}{١}$ وذلك بالنظر لحالة قوة التماسك فيكون انحداره $\frac{١}{٢}$

بند ٣٤ طريقة حساب مسطحات القطاعات العرضية — قد انتخبنا لذلك عشر أمثلة وهى القطاعات العرضية المرسومة فى (شكل ٢) وهى قطاعات طريق يراد انشاؤه فى أراض غير منتظمة وهى تشمل جميع تكييفات القطاعات الممكنة الحصول بحيث إن حساب أى قطاع عرضى مهما كان شكله لا يخرج عن أحد هذه القطاعات وباطلاع أى انسان عليها يتدرب حالا على كيفية حساب القطاعات المذكورة بسهولة وقد فرض أن العرض التصميمى لهذا الطريق هو ١٠,٠٠ م وأن الميل هو $\frac{١}{١}$ فى حالة الحفر و $\frac{٣}{٢}$ فى حالة الردم

قطاع نمرة (١)

شكل ٩



حســـاب الجـــزء

الايمـــن

$٢,٠٠ - ٠,٣٥ = ١,٦٥$

$١,٠٣ - ٠,٣٥ = ٠,٦٨$

$\frac{٠,٦٨}{٧,٠٠} = ٠,١٠$

$٠,١٠ \times ٢,٠٠ = ٠,٢٠$

$١,٦٥ - ٠,٢٠ = ١,٤٥$

$س = \frac{ع}{ك + ك'}$

$\frac{١,٤٥}{٠,٦٧ + ٠,١٠} = ١,٨٨$

الأيســـر

$\frac{٠,٧٠}{١٠,٠٠} = ٠,٠٧$

$٠,٠٧ \times ٥,٠٠ = ٠,٣٥$

$٢,٠٠ + ٠,٣٥ = ٢,٣٥$

$س = \frac{ع}{ك - ك'}$

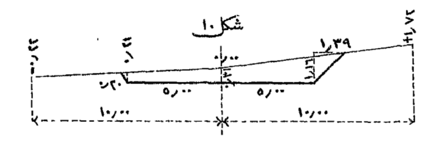
$\frac{٢,٣٥}{٠,٦٧ - ٠,٠٧} = ٣,٩٢$

المسطح كله ردم

مثلث	$\frac{١,٨٨ \times ١,٤٥}{٢} = ١,٣٦$	٩,٩٤
شبه منحرف	$\frac{١,٤٥ + ١,٦٥}{٢} \times ٢,٠٠ = ٣,١٠$	
شبه منحرف	$\frac{١,٦٥ + ٢,٠٠}{٢} \times ٣,٠٠ = ٥,٤٨$	
شبه منحرف	$\frac{٢,٠٠ + ٢,٣٥}{٢} \times ٥,٠٠ = ١٠,٨٨$	١٠,٤٩
مثلث	$\frac{٢,٣٥ \times ٣,٩٢}{٢} = ٤,٦١$	

مسطح الردم ٢٥,٤٣

قطاع نمرة (٢)



حساب الجزء

الأيمن

$$\frac{١,٧٢}{١٠,٠٠} = ٠,١٧$$

$$٥,٠٠ \times ٠,١٧ = ٠,٨٥$$

$$٠,٨٥ + ٠,٣١ = ١,١٦$$

$$س = \frac{ع}{د - د'}$$

$$\frac{١,١٦}{١,٠٠ - ٠,١٧} = ١,٣٩$$

الايسر

$$\frac{٠,٢٢}{١٠,٠٠} = ٠,٠٢$$

$$٥,٠٠ \times ٠,٠٢ = ٠,١٠$$

$$٠,٣١ - ٠,١٠ = ٠,٢١$$

$$س = \frac{ع}{د + د'}$$

$$\frac{٠,٢١}{١,٠ + ٠,٠٢} = ٠,٢٠$$

كل القطاع حفر

مثلث .... $\frac{١,١٦ \times ١,٣٩}{٢} = ٠,٨١$

شبه منحرف .... $\frac{١,١٦ + ٠,٣١}{٢} \times ٥,٠٠ = ٣,٦٧$ } ٤,٤٨

شبه منحرف .... $\frac{٠,٣١ + ٠,٢١}{٢} \times ٥,٠٠ = ١,٣٠$

مثلث .... $\frac{٠,٢١ \times ٠,٢٠}{٢} = ٠,٠٢$ } ١,٣٢

مسطح الحفر ٥,٨٠

قطاع نمرة (٣)

شكل ١١

حســـاب الجـــزء

الايمـــن	* الايســـر
$\frac{0{,}95}{10{,}00} = 0{,}10$	$\frac{1{,}82}{10{,}00} = 0{,}18$
$5{,}00 \times 0{,}10 = 0{,}50$	$5{,}00 \times 0{,}18 = 0{,}90$
$2{,}31 + 0{,}50 = 2{,}81$	$2{,}31 - 0{,}90 = 1{,}41$
$س = \frac{ع}{ى - ى'}$	$س = \frac{ع}{ى + ى'}$
$\frac{2{,}81}{1{,}00 - 0{,}10} = 3{,}12$	$\frac{1{,}41}{1{,}00 + 0{,}18} = 1{,}19$

كل القطـــاع حفـــر

مثلث .... $\frac{2{,}81 \times 3{,}12}{2} = 4{,}38$

شبه منحرف .... $\frac{2{,}70 + 2{,}81}{2} \times 1{,}08 = 2{,}97$

شبه منحرف .... $\frac{2{,}31 + 2{,}70}{2} \times 3{,}92 = 9{,}82$

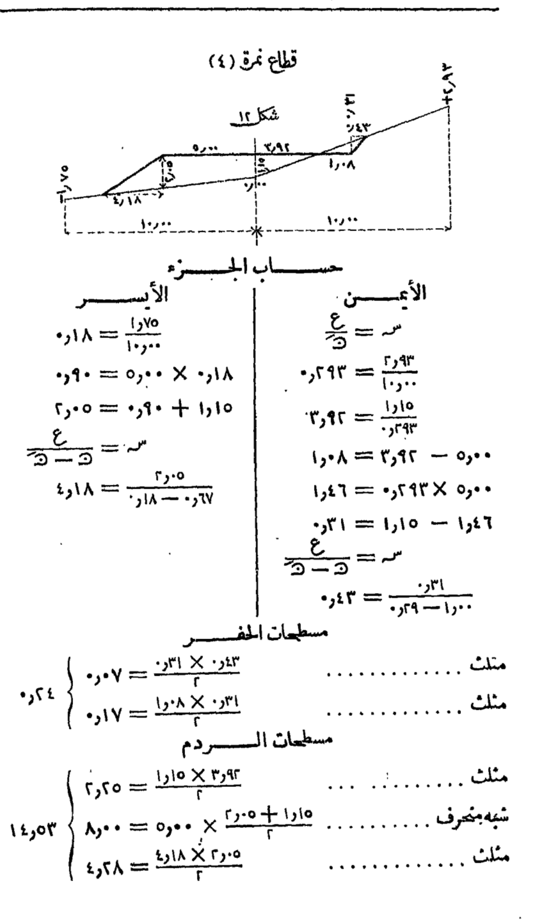
} ١٧٫١٧

شبه منحرف .... $\frac{1{,}41 + 2{,}31}{2} \times 5{,}00 = 9{,}30$

مثلث .... $\frac{1{,}19 \times 1{,}41}{2} = 0{,}84$

} ١٠٫١٤

مسطح الحفر .... ٢٧٫٣١


قطاع نمرة (٤)
شكل ١٢
١٫٧٥
٥٫٠٠
٣٫٩٢
١٫١٥
٤٫١٨
١٫٠٨
٠٫٤٣
٠٫٣١
٢٫٩٣+
١٠٫٠٠
١٠٫٠٠
حساب الجزء
الأيمن
س = ع / ن
٠٫٢٩٣ = ٢٫٩٣ / ١٠٫٠٠
٣٫٩٢ = ١٫١٥ / ٠٫٢٩٣
١٫٠٨ = ٣٫٩٢ − ٥٫٠٠
١٫٤٦ = ٠٫٢٩٣ × ٥٫٠٠
٠٫٣١ = ١٫١٥ − ١٫٤٦
س = ع / (ن − ن)
٠٫٤٣ = ٠٫٣١ / (٠٫٢٩ − ١٫٠٠)
الأيسر
٠٫١٨ = ١٫٧٥ / ١٠٫٠٠
٠٫٩٠ = ٥٫٠٠ × ٠٫١٨
٢٫٠٥ = ٠٫٩٠ + ١٫١٥
س = ع / (ن − ن)
٤٫١٨ = ٢٫٠٥ / (٠٫١٨ − ٠٫٦٧)
مسطحات الحفر
مثلث .... ٠٫٠٧ = (٠٫٣١ × ٠٫٤٣) / ٢
مثلث .... ٠٫١٧ = (١٫٠٨ × ٠٫٣١) / ٢
٠٫٢٤
مسطحات الردم
مثلث .... ٢٫٢٥ = (١٫١٥ × ٣٫٩٢) / ٢
شبه منحرف .... ٨٫٠٠ = ٥٫٠٠ × (٢٫٠٥ + ١٫١٥) / ٢
مثلث .... ٤٫٢٨ = (٤٫١٨ × ٢٫٠٥) / ٢
١٤٫٥٣

قطاع نمرة (٥)

شكل ١٣

حساب الجزء

الايمن

٢٫٦٠ — ٢٫٠٠ = ٠٫٦٠

$\frac{٠٫٤٥}{٣٫٠٠}$ = ٠٫١٥

$\frac{ع}{ت + ت}$ = س

$\frac{٠٫٦٠}{١٫٠٠ + ٠٫١٥}$ = ٠٫٥٢

الايسر

$\frac{٠٫١٦}{١٠٫٠٠}$ = ٠٫٠٢

٥٫٠٠ × ٠٫٠٢ = ٠٫١٠

٢٫٦٠ — ٠٫١٠ = ٢٫٥٠

$\frac{ع}{ت + ت}$ = س

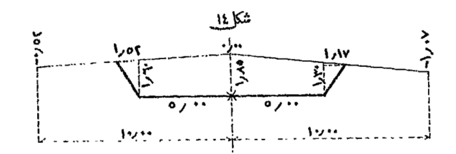
$\frac{٢٫٥٠}{١٫٠٠ + ٠٫٠٢}$ = ٢٫٤٥

القطاع كله فى الحفر

مثلث	$\frac{٠٫٦٠ × ٠٫٥٢}{٢}$ = ٠٫١٦	١٦٫٣٦
شبه منحرف	٢٫٠٠ × $\frac{٢٫٦٠ + ٠٫٦٠}{٢}$ = ٣٫٢٠	
مستطيل	٢٫٦٠ × ١٫٠٨ = ٢٫٨١	
مستطيل	٣٫٩٢ × ٢٫٦٠ = ١٠٫١٩	
شبه منحرف	$\frac{٢٫٥٠ + ٢٫٦٠}{٢}$ × ٥٫٠٠ = ١٢٫٧٥	١٥٫٨١
مثلث	$\frac{٢٫٤٥ × ٢٫٥٠}{٢}$ = ٣٫٠٦	

مسطح الحفر .... ٣٢٫١٧

قطاع نمرة (٦)



حساب الجزء

الايسر	الايمن
$\frac{٠,٥٣}{١٠,٠٠} = ٠,٠٥$	$\frac{١,٠٧}{١٠,٠٠} = ٠,١١$
$٥,٠٠ \times ٠,٠٥ = ٠,٢٥$	$٥,٠٠ \times ٠,١١ = ٠,٥٥$
$١,٨٥ - ٠,٢٥ = ١,٦٠$	$١,٨٥ - ٠,٥٥ = ١,٣٠$
$س = \frac{ع}{ن + ن}$	$س = \frac{ع}{ن + ن}$
$\frac{١,٦٠}{١,٠٠ + ٠,٠٥} = ١,٥٢$	$\frac{١,٣٠}{١,٠٠ + ٠,١١} = ١,١٧$

القطاع كله فى الحفر

مثلث .... $\frac{١,٣٠ \times ١,١٧}{٢} = ٠,٧٦$

شبه منحرف .... $\frac{١,٣٠ + ١,٨٥}{٢} \times ٥,٠٠ = ٧,٨٧$ — ٨,٦٣

شبه منحرف .... $\frac{١,٨٥ + ١,٦٠}{٢} \times ٥,٠٠ = ٨,٦٢$

مثلث .... $\frac{١,٦٠ \times ١,٥٢}{٢} = ١,٢٢$ — ٩,٨٤

مسطح الحفر ١٨,٤٧

قطاع نمرة (٧)

شكل ١٥

حســـــاب الجـــــزء

الايمـــن

$س = \frac{ع}{ك}$

$\frac{١٫٦٥}{٠٫٦٧} = ٢٫٤٦$

الايســـــر

$\frac{٠٫٨٤}{١٠٫٠٠} = ٠٫٠٨$

$٥٫٠٠ \times ٠٫٠٨ = ٠٫٤٠$

$١٫٦٥ - ٠٫٤٠ = ١٫٢٥$

$س = \frac{ع}{ك + ك}$

$\frac{١٫٢٥}{٠٫٠٨ + ٠٫٦٧} = ١٫٦٧$

القطـــاع كله فى الردم

مثلث .... $\frac{١٫٦٥ \times ٢٫٤٦}{٢} = ٢٫٠٣$

مستطيل .... $١٫٦٥ \times ٥٫٠٠ = ٨٫٢٥$ } ١٠٫٢٨

شبه منحرف .... $\frac{١٫٦٥ + ١٫٢٥}{٢} \times ٥٫٠٠ = ٧٫٢٥$

مثلث .... $\frac{١٫٢٥ \times ١٫٦٧}{٢} = ١٫٠٤$ } ٨٫٢٩

مسطح الردم .... ١٨٫٥٧

قطاع نمرة (٨)

شكل ١٦

٥٫٠٠ ٥٫٠٠
٠٫٩٥ ٢٫٢٢ ١٫٧٢ ٣٫٤٧
٣٫٨٩ ٠٫٠٠
٣٫٤٥ ١٠٫٨٤
١٠٫٠٠ ١٠٫٠٠

حساب الجزء

الايمن

$\frac{٣٫٤٥}{١٠٫٠٠} = ٠٫٣٥$

$٠٫٣٥ \times ٥٫٠٠ = ١٫٧٥$

$١٫٧٢ + ١٫٧٥ = ٣٫٤٧$

$س = \frac{ع}{ف - ف'}$

$\frac{٣٫٤٧}{٠٫٦٧ - ٠٫٣٥} = ١٠٫٨٤$

الايسر

$\frac{٠٫٩٥}{١٠٫٠٠} = ٠٫١٠$

$٠٫١٠ \times ٥٫٠٠ = ٠٫٥٠$

$١٫٧٢ + ٠٫٥٠ = ٢٫٢٢$

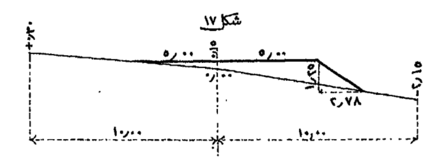
$س = \frac{ع}{ف - ف'}$

$\frac{٢٫٢٢}{٠٫٦٧ - ٠٫١٠} = ٣٫٨٩$

القطاع كله فى الردم

مثلث	$\frac{١٠٫٨٤ \times ٣٫٤٧}{٢} = ١٨٫٨١$	٣١٫٧٩	
شبه منحرف	$\frac{٣٫٤٧ + ١٫٧٢}{٢} \times ٥٫٠٠ = ١٢٫٩٨$		
شبه منحرف	$\frac{١٫٧٢ + ٢٫٢٢}{٢} \times ٥٫٠٠ = ٩٫٨٥$	١٤٫١٧	
مثلث	$\frac{٢٫٢٢ \times ٣٫٨٩}{٢} = ٤٫٣٢$		
مسطح الردم		٤٥٫٩٦	

قطاع نمرة (٩)



حساب الجزء

الايمن

$$\frac{٢٫١٥}{١٠٫٠٠} = ٠٫٢٢$$

$$٠٫٢٢ \times ٥٫٠٠ = ١٫١٠$$

$$١٫١٠ + ٠٫١٥ = ١٫٢٥$$

$$س = \frac{ع}{ن - ن'}$$

$$\frac{١٫٢٥}{٠٫٦٧ - ٠٫٢٢} = ٢٫٧٨$$

الايسر

$$\frac{٠٫٣٠}{١٠٫٠٠} = ٠٫٠٣$$

$$٠٫٠٣ \times ٥٫٠٠ = ٠٫١٥$$

$$٠٫١٥ - ٠٫١٥ = ٠٫٠٠$$

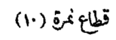
القطاع كله فى الردم

مثلث .... $\frac{١٫٢٥ \times ٢٫٧٨}{٢} = ١٫٧٤$

شبه منحرف .... $\frac{١٫٢٥ + ٠٫١٥}{٢} \times ٥٫٠٠ = ٣٫٥٠$

مثلث .... $\frac{٥٫٠٠ \times ٠٫١٥}{٢} = ٠٫٣٨$

مسطح الردم .... ٥٫٦٢



قطاع نمرة (١٠)

شكل ١٨

حساب الجزء

الايمن

$\frac{٢٫١٨}{١٠٫٠٠} = ٠٫٢٢$

$٠٫٢٢ \times ٥٫٠٠ = ١٫١٠$

$١٫١٠ + ٠٫٢٥ = ١٫٣٥$

$س = \frac{ع}{ن - ن'}$

$\frac{١٫٣٥}{٠٫٦٧ - ٠٫٢٢} = ٣٫٠٠$

الايسر

$\frac{٢٫٠٧}{١٠٫٠٠} = ٠٫٢١$

$٠٫٢١ \times ٥٫٠٠ = ١٫٠٥$

$١٫٠٥ - ٠٫٢٥ = ٠٫٨٠$

$س = \frac{ع}{ن - ن'}$

$\frac{٠٫٨٠}{١٫٠٠ - ٠٫٢١} = ١٫٠١$

$س = \frac{ع}{ن'}$

$\frac{٠٫٢٥}{٠٫٢١} = ١٫١٩$

$٥٫٠٠ - ١٫١٩ = ٣٫٨١$

مسطح الردم

مثلث .... $\frac{٣٫٠٠ \times ١٫٣٥}{٢} = ٢٫٠٣$

شبه منحرف .... $\frac{١٫٣٥ + ٠٫٢٥}{٢} \times ٥٫٠٠ = ٤٫٠٠$

مثلث .... $\frac{٠٫٢٥ \times ١٫١٩}{٢} = ٠٫١٥$

المجموع: ٦٫١٨

مسطح الحفر

مثلث .... $\frac{٣٫٨١ \times ٠٫٨٠}{٢} = ١٫٥٢$

مثلث .... $\frac{٠٫٨٠ \times ١٫٠١}{٢} = ٠٫٤٠$

المجموع: ١٫٩٢

ملحــوظة ــ حسبت ارتفاعات المثلثات الانتهائيــة المتكونة بين التصميم والارض الطبيعية بواسـطة قانون (٣) أو قانون (٤) بنـدى (١٩ و ٢٠) فى جميع الامثلة التى فرغنا الآن من حسابها وطبعا يرى أن استعمال (جدول نمرة ١ معاملات عروض الميل) أسهل بكثير عن ذلك

مكعبات الاتربة فى حالتى الحفر والردم

بند ٢٥ متى تم تعيين مسطح القطاعات العرضية فيبدأ بالبحث عن حجم أتربة الحفـــر والردم

ولذا تستعمل طريقة متوسط السطحين النهائيين التى غايتها أن يضرب نصف مجموع مسطحى قطاعين متواليين فى المسافة الواقعة بينهما

(بيان الاحوال المختلفة التى يمكن وجودها)

بند ٢٦ قبل الشروع فى هذه الاعمال على القطاعات التى درسناها فيما سلف قريبا يلزمنا أن نفحص الاحوال الممكنة الوقوع والتأتى

الحالة الاولى ــ وهى الحالة التى يكون فيها القطاعان من قبيل واحد أعنى أنهما يوجدان بتمامهما إما فى الحفر وإما فى الردم

فليكن القطاعان ا , ب المفصولان بالمسافة ل (شكل ١٩) هما قطاعان من هذا القبيل فبناء على الطريقة التى قررناها (بند ٢٥) يكون حجم التراب المحصور بين ا , ب مساويا الى

$$\frac{ا + ب}{٢} \times ل$$

ويرى بسهولة أنه يمكن وضع هـذا المقدار بصورة أخرى بتحليل العامل الاول الى جزئيـة هكذا

$$\text{ل} \times \left(\frac{\text{ب}}{٢} + \frac{\text{ا}}{٢}\right)$$

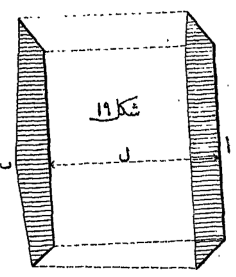
أو

$$\text{ل} \times \frac{\text{ب}}{٢} + \text{ل} \times \frac{\text{ا}}{٢}$$

وأخيرا

$$\frac{\text{ل}}{٢} \times \text{ب} + \frac{\text{ل}}{٢} \times \text{ا}$$

فمن هذا القـانون تستنبط القـاعدة الآتيـة وهى ليست الا تنوعا فى الطريقة التى ذكرت سلفا



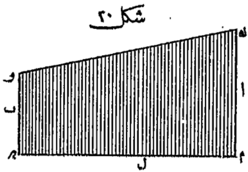
بند ٢٧ قاعـدة ـ حينما يكون القطاعان من نوع واحد فيعلم الجم المحصور بينهما ردما كان أو حفرا بضرب مسطح كل قطاع فى نصف المسافة الكائنـة بينهـما

بند ٢٨ ملحـوظة ـ لاجل البرهنـة بسهولة تامة على صحة هذه القاعدة وعلى ما يأتى يرسم مستقيم و يؤخذ عليـه طول مناسب لمقـدار البعدين القطاعين

ومن كل من نهايتى المستقيم المذكور يقام عمود طوله مناسب لمسطح لقطاع العرضى
ويجب أن تحفظ نسب الابعاد ثابتة فى حال بيان القطاعين والمسافة التى بينهما بمعنى أنه
يجب أن ترسم المستقيمات الدالة عليها بمقياس واحد

مثلا بما أن القطاعين فى الحالة السابقة واقعان فى الردم فيرسمان فوق المستقيم
م ى (شكل ٢٠)

شكل ٢٠



فاذا نظرنا لهيئة هذا الشكل وكيفية انشائه يرى أن المسألة آلت الى البحث عن
مسطح شبه المنحرف م ى و ه الذى فيه م ه يدل على القطاع ا , ى و على
القطاع ب و م ى على المسافة ل

ولا خفاء فى أن مساحته هى

$$\frac{ا + ب}{٢} \times ل$$

أو

$$ا \times \frac{ل}{٢} + ب \times \frac{ل}{٢}$$

وكذا لو كان القطاعان فى الحفر فلا يزال أن

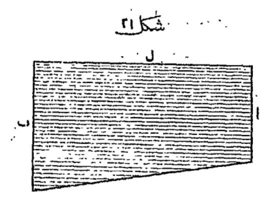
$$الحجم = \frac{ا + ب}{٢} \times ل$$

أو

$$ا \times \frac{ل}{٢} + ب \times \frac{ل}{٢}$$

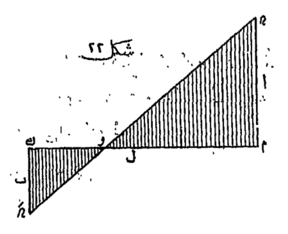
كما فى (شكل ٢١)

شكل ٢١



بند ٢٩ الحالة الثانية ـ أن يكون أحد القطاعين فى الردم والآخر فى الحفر (شكل ٢٢)

شكل ٢٢



فليكن القطاع ا فى الحفر والآخر ب فى الردم فاذا وصلنا نهايتى الخطين ا , ب لوجدنا أن المثلث م ه و يعطى حجم تراب الحفر والآخر و ك هَ يعطى حجم تراب الردم

ومعلوم أن

مثلث م ه و = ا × $\frac{م و}{٢}$

ومثلث و ك هَ = ب × $\frac{و ك}{٢}$

ولم يبق علينا سوى الحصول على مقدارى الطولين م و ، و ك ولهـذا نقسم المسافة بين القطاعين وهى م ك الى جزئين متناسبين مع سطحى القطاعين ا و ب المتطـــرفين

وفى الواقع فان المثلثين م ن و ، و ن َ ك متشابهات وبسبب ذلك ينتج هـذا التناسب

$$\frac{\text{م ن}}{\text{ك ن}'} = \frac{\text{م و}}{\text{و ك}}$$

ومنه يستنتج أن

$$\frac{\text{م ن} + \text{ك ن}'}{\text{ك ن}'} = \frac{\text{م و} + \text{و ك}}{\text{و ك}}$$

ولكن

$$\text{م و} + \text{و ك} = \text{م ك}$$

فحينئذ يكون

$$\frac{\text{م ن} + \text{ك ن}'}{\text{ك ن}'} = \frac{\text{م ك}}{\text{و ك}}$$

وباستخراج مقدار و ك يكون

$$\text{و ك} = \frac{\text{ك ن}' \times \text{م ك}}{\text{م ن} + \text{ك ن}'}$$

أو

$$\text{و ك} = \frac{\text{ب} \times \text{ل}}{\text{ا} + \text{ب}}$$

ومنه يعلم مقدار م و الذى ليس هو الا عبارة عن الفرق بين م ك و و ك كما هو ظاهـــر

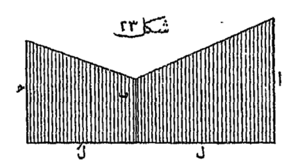
وليعلم أن النقطة و تدعى نقطة الانفصال وتارة تسمى قطاعا تصوريا ومعناه أن مسطحها معدوم

مما ثبت فى البند السابق تنتج هذه القاعدة

بند ٣٠ قاعدة ـ بعد القطاع التصورى عن أحد القطاعين العرضيين يساوى البعدين القطاعين المذكورين مضروبا فى مسطح القطاع الذى بدئ منه هـذا البعد مقسوما على مجموع المسطحين

تطبيقات

بند ٣١ المثال الاول ـ لنفرض ثلاث قطاعات ا , ب و ح من نوع واحد (شكل ٢٣)



فيكون الحجم مساويا لسطح شبهى منحرفين

فسطح الاول هو

$$\frac{\text{ا}+\text{ب}}{٢} \times \text{ل} = \text{ا} \times \frac{\text{ل}}{٢} + \text{ب} \times \frac{\text{ل}}{٢}$$

والثانى هو

$$\frac{\text{ب}+\text{ح}}{٢} \times \text{ل}' = \text{ب} \times \frac{\text{ل}'}{٢} + \text{ح} \times \frac{\text{ل}'}{٢}$$

وحينئذ يكون

$$\text{ا} \times \frac{\text{ل}}{٢} + \text{ب} \times \frac{\text{ل}}{٢} + \text{ب} \times \frac{\text{ل}'}{٢} + \text{ح} \times \frac{\text{ل}'}{٢}$$

مساويا لحجم أتربة الحفر كما فى (شكل ٢٣)

ولكن بالتأمل يرى أن المجموع المتقدم يمكن اختصاره بأخذ ب مضروبا مشتركا وعند ذلك يحدث

$$ا \times \frac{ل}{٢} + ب \left(\frac{ل + ل'}{٢}\right) + ح \frac{ل'}{٢}$$

ومن هنا نجت القاعدة الآتيـــة

قاعـــدة ـ الحجم الحادث من قطاع مثل ب محصور بين آخرين من نوع واحد ومنهما يساوى مسطحه مضروبا فى نصف البعد الأمامى مضافا اليه نصف البعد الخلفى زائدا القطاع الاول فى نصف البعد الأمامى والقطاع الثالث فى نصف البعد الخلفى

بند ٣٢ المثال الثانى ـ لتكن الثلاث قطاعات ا و ب و ح (شكل ٢٤)

فحجم التراب هنا يتألف من حفر فى شبه المنحرف لـ و ع م وفى المثلث م ع ف أما سطح الردم فانه لا يتألف من سوى المثلث الوحيد ف س ب

ولنتفق على أن

ا يدل على القطاع و لـ و

ب يدل على القطاع ع م و

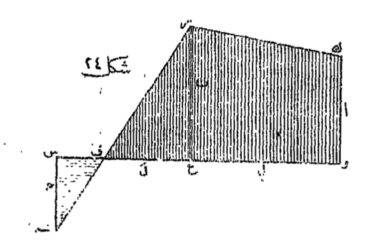
ح يدل على القطاع س ب

فمن المعـــلوم أن

$$\text{شبه المنحرف } لـ و ع م = ا \times \frac{ل}{٢} + ب \frac{ل}{٢}$$

$$\text{والمثلث } م ع ف = ب \times \frac{ع ف}{٢}$$

$$\text{والمثلث } ف س ب = ح \times \frac{ف س}{٢}$$



وبناء على قانون (بند ٣٠) يكون

$$ع ف = \frac{ب ل}{ب + ح} ،\quad و$$

$$ف س = \frac{ح ل}{ب + ح}$$

ولقـد كان يمكننا أن نعوض ع ف ، و ف س بمقداريهما الا أن الاحسن أن يحفظ فى سطحى المثلثين هذان المقداران على ما هما عليه

فيحدث حينئذ

جم الحفر . . . . . { شبه المنحرف $= ا \times \frac{ل}{٢} + ب \times \frac{ل}{٢}$
المثلث $= ب \times \frac{ع ف}{٢}$ }

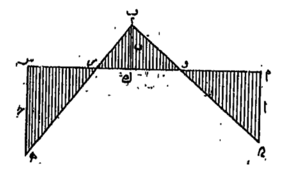
جم الردم . . . . المثلث $= ح \times \frac{ف س}{٢}$

ومن هذا التحليل تستنتج القاعدة الآتية

قاعـدة — متى كان قطاعان من نوع واحد متبوعين بآخر مغاير لهما فحجم قطاع الوسط يساوى لسطحه مضروبا فى نصف الطول الذى بين الاولين زائدا نصف الطول الممتد لغاية القطاع التصورى

بند ٣٣ المثال الثالث ـ لتكن الثلاث قطاعات ا ، و ب ، و ح (شكل ٢٥)

شكل ٢٥



فحجم الردم يتعين بواسطة المثلثين م ة و ، و ن س هـ وحجم الحفر بالمثلثين و ب ك و ب ك ن

وعلى ذلك يكون

حجم الردم . . . . { المثلث م ة و = ا × م و / ٢ ؛ المثلث ن س هـ = ح × ن س / ٢ }

حجم الحفر . . . . { المثلث و ب ك = ب × و ك / ٢ ؛ المثلث ب ك ن = ب × ك ن / ٢ }

واننا نعرف مقادير م و ، و ك ، ك ن ، ن س وذلك بواسطة القاعدة المذكورة (بند ٣٠)

ومن هذا المثال نستنبط القاعدة الآتية

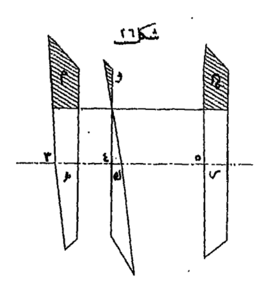
قاعـــدة ـ متى كان قطاع محاط بآخرين مغايرين له فى النوع فحجم التراب الناتج عنـــه يساوى سطحه مضروبا فى نصف الطول الأمامى الممتد لغاية القطاع التصورى مضافا اليه نصف الطول الخلفى لغاية القطاع التصورى الآخر

بند ٣٤ الحالة الثالثة ـ ولنعتبر الآن قطاعا عرضيا مشتملا على نقطة من خط الانفصال

ومثال ذلك القطاعات نمرة ٤ و ٩ و ١٠

ففى هذه الحالة يرسم مستو بحيث تؤول السطوح المراد حسابها الى أخرى داخلة فى الامثلة التى أوضحناها سابقا

فمثلا فى القطاع نمرة ٤ (شكل ٢٦) قد مررنا بنقطة الانفصال الموضوعة على بعد ٣,٩٢ من المحور مستو موازٍ لهذا المحور لغاية تلاقيه مع القطاع السابق والتالى له

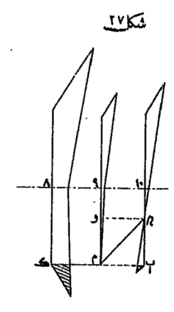


وبهذه الكيفية يبحث عن الاجسام الناتجة عن السطوح م و و و ف مع فرض أن القطاعات كأنها آلت الى هذه الابعاد فقط وبعد ذلك تحسب السطوح هـ و ك و ر

وقد كان يمكن العمل كذلك فيما بين القطاعات نمرة ٨ و ٩ و ١٠ (شكل ٢٧) يعنى أن نمرر من نقطة الانفصال فى القطاع نمرة ٩ مستويا موازيا للمحور ولم يجر مدّه الامن جهة واحدة عن شمال القطاع نمرة ٩ فيما بين القطاعين ٩ و ٨ وبأن اكتفى بعد ذلك بوصل نقطتى الانفصال م و ﻫ وبهذه المثابة استغنى عن امرار المستويين م ب و و ﻫ اللذين كانا يحوجاننا الى تحليل سطحى القطاعين ٩ و ١٠ الى ثلاث أجزاء

وحينئذ فلنحسب كما فى الحالة الاخرى الاجسام الحادثة عن السطوح المهوشرة و بعد ذلك حجم الاجزاء الباقية من هذه القطاعات ٨ و ٩ و ١٠

شكل ٢٧



والحالة الثالثة هذه توضح لنا لماذا يلزم الاعتناء بحساب هذه السطوح المختلفة كل على حدته عند تقدير مقايسة القطاعات العرضية

تطبيقات على المعالم الحالية

بند ٣٥ لنعين في (شكل ٢٨) القطاعات العرضية بالطريقة التى أسلفناها (بند ٢٨) أى باقامة أعمدة على مستقيم مقسم الى أجزاء مناسبة للمسافات الكائنة بين القطاعات العرضية ويؤخذ على هذه الاعمدة أطوال مناسبة لمسطح القطاعات المذكورة بحيث تكون هذه الاطوال فوق متى كان القطاع فى الحفر وتحته اذا كان فى الردم فاذا وصلت النقطة المختلفة بعضها فيتحصل مثلثات واشباه منحرفة بعضها بجانب الآخر على التوالى ويدل مسطحها على حجم الاتربة التى يراد نقلها وهذا النظام يسمح بسهولة لفهم الكيفية التى بها ملأنا خانات أورنيك مقايسة حسابات الاتربة الآتى

بند ٣٦ نرى بامتحان (شكل ٢٨) انه يوجد قطاعات تصورية بين القطاعين ١ و ٢ ثم بين ٣ و ٤ وكذا بين ٤ و ٥ ثم بين ٦ و ٧

ولتعيين ابعاد هذه القطاعات التصورية عن القطاعات التالية لها يستعمل قاعدة (بند ٣٠)

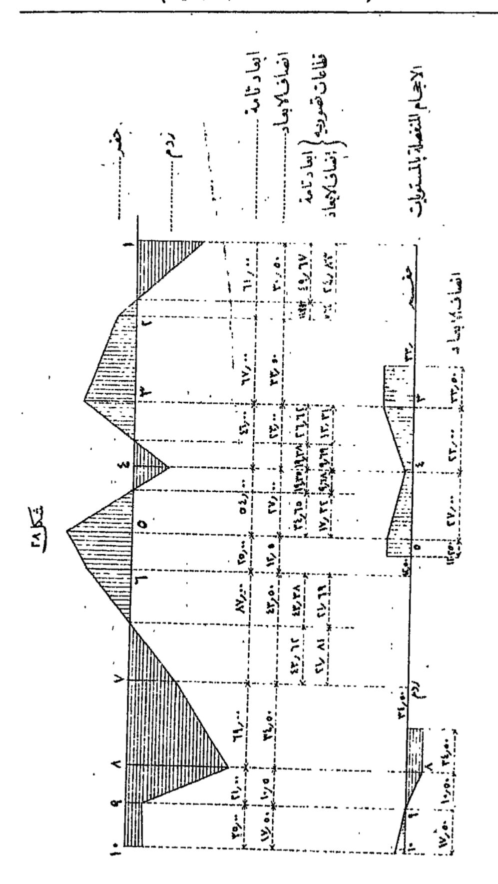
فينتج لنا

فيما بين القطاعين ١ و ٢ . . . $٤٩,٦٧ = \frac{٣٥,٤٣ \times ٦١,٠٠}{٥,٨٠ + ٣٥,٤٣}$

وفيما بين القطاعين ٣ و ٤ . . . $٢٦,٦٢ = \frac{١٩,٩٦ \times ٤٦,٠٠}{١٤,٥٣ + ١٩,١٦}$

وفيما بين القطاعين ٤ و ٥ . . . $١٩,٣٥ = \frac{١٤,٥٣ \times ٥٤,٠٠}{٢٦,٠٠ + ١٤,٥٣}$

وفيما بين القطاعين ٦ و ٧ . . . $٤٣,٣٨ = \frac{١٨,٤٧ \times ٨٧,٠٠}{١٨,٥٧ + ١٨,٤٧}$


شكل ٢٨
حفر
ردم
ابعاد تامة
انصاف الابعاد
قطاعات تصويرية
الاحجام المتصلة بالمستويات

أورنيك مقاد

نمرة القطاعات	الاطوال الخاصة لكل قطاع	حفر			
		مسطحات			مكعب
		في عين المحور	في شمال المحور	اجمالى كل قطاع	
١	٢	٣	٤	٥	٦
١	٢٤,٨٣	..	..	..	..
٢	٣٩,١٦	٤,٤٨	١,٣٢	٥,٨٠	٢٢٧
٣	٤٦,٨١	٩,٨٢	١٠,١٤	١٩,٩٦	٩٣٤
	٥٦,٠٠	٧,٣٥	..	٧,٣٥	٤١٥
٤	١٩,٣٧	..	..	..	..
	٥٠,٠٠	٠,٢٤	..	٠,٢٤	١٢
٥	٢٩,٨٢	١٠,١٩	١٥,٨١	٢٦,٠٠	٧٧٥
	٣٩,٥٠	٦,١٧	..	٦,١٧	٢٤٤
٦	٣٤,١٩	٨,٦٣	٩,٨٤	١٨,٤٧	٦٣١
٧	٥٦,٣١	..	..	..	..
٨	٤٥,٠٠	..	..	..	..
٩	٢٨,٠٠	..	..	..	..
١٠	١٧,٥٠	..	١,٩٢	١,٩٢	٣٤
	١٧,٥٠	..	..	..	..
		٤٦,٨٨	٣٩,٠٣	٨٥,٩١	٣٢٧٢

حسابات الاتربة

ردم				ايضاحات اجمالية عن الحسابات الخاصة ببعض القطاعات
مسطحات			مكعب	ملحوظات
فى يمين المحور	فى شمال المحور	اجمالى كل قطاع		
٧	٨	٩	١٠	١١
٩,٩٤	١٥,٤٩	٢٥,٤٣	٦٣١	—
..	..	..	..	٥,٦٦ + ٣٣,٥٠ = ٣٩,١٦
..	..	..	..	٣٣,٥٠ + ١٣,٣١ = ٤٦,٨١
..	..	..	..	٣٣,٥٠ + ٢٣,٠٠ = ٥٦,٥٠
٢,٢٥	١٢,٢٨	١٤,٥٣	٢٨١	٩,٦٩ + ٩,٦٨ = ١٩,٣٧
..	..	..	..	٢٣,٠٠ + ٢٧,٠٠ = ٥٠,٠٠
..	..	..	..	١٧,٣٢ + ١٢,٥٠ = ٢٩,٨٢
..	..	..	..	٢٧,٠٠ + ١٢,٥٠ = ٣٩,٥٠
..	..	..	..	١٢,٥٠ + ٢١,٦٩ = ٣٤,١٩
١٠,٢٨	٨,٢٩	١٨,٥٧	١٠٤٦	٢١,٨١ + ٣٤,٥٠ = ٥٦,٣١
٣١,٧٩	١٤,١٧	٤٥,٩٦	٢٠٦٨	٣٤,٥٠ + ١٠,٥٠ = ٤٥,٠٠
٥,٢٤	٠,٣٨	٥,٦٢	١٥٧	١٠,٥٠ + ١٧,٥٠ = ٢٨,٠٠
..	..	..	..	—
٦,٠٣	٠,١٥	٦,١٨	١٠٨	—
٦٥,٥٣	٥٠,٧٧	١١٦,٣٠	٤٢٩١	المجموع

٣٧ لم يبق علينا الآن الا البحث عن تعيين المكعبات

جميع الحسابات التى سنجريها توضع فى أورنيك مقايسة حسابات الاتربة السابق المشتمل على ١١ عمودا

ومنفعة هذه الاعمدة تفهم بسهولة من عنوان كل منها

فالعمود ١ يستعمل لنمر القطاعات والعمود ٢ للاطوال التى تؤخذ لاجل ايجاد المكعبات وهذه الاطوال مبينة فى السطرين الاخيرين من (شكل ٢٨)

أما العمودان ٣ و ٤ فيبينان السطوح التى فى الحفر على يسار ويمين المحور والتى كتب مجموعها فى العمود ٥ والعمود ٦ يحتوى على المكعبات المناظرة لهذه السطوح

والاعمدة ٧ و ٨ و ٩ و ١٠ ترتيبها واستعمالها كالسابقة الا أنها مخصصة للردم فقط وأخيرا فالعمود ١١ مختص بالملحوظات والحسابات الخصوصية وقد أوضحنا به الاعمال التى أجريت لايجاد الطول الخاص لكل قطاع

ويمكن اختصار أو زيادة خانات هذا الجدول بحسب ما يراه المهندس فى كل حالة خصوصـيـة

الفصل الثالث

(طريقة أخرى لحساب أشغال الحفر والردم)

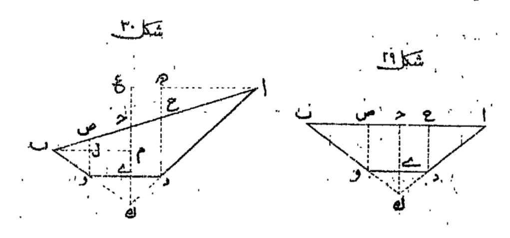
بند ٣٨ الحسابات التى ذكرت سابقا هى غالبا المتداولة بين حضرات المهندسين مع تحسين فيها ولنذكر الآن طريقة أخرى لحساب أشغال الحفر والردم مستعملة ببلاد الهند زيادة فى الفائدة فنقول

تعاريف — حدود قطعة من الحفر والردم على العموم هى الآتى

١ — القاعدة أو سطح التصميم د و فى (أشكال ٢٩ و ٣٠ و ٣١) هو سطح أفقى وهو المكون لقاع الحفر أو قمة الردم

٢ — السطح الاصلى للارض ا ب الذى يكون قمة الحفر أو قاع الردم

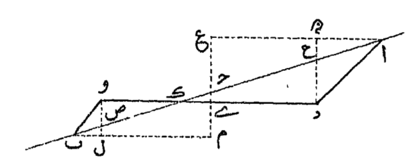
٣ — الجوانب أو الميول ا د و ب و اللذان يوصلان القاعدة مع السطح الطبيعى



فالشكلان (٢٩ و ٣٠) يدلان على مثالين لقطاعين عرضيين فى الحفر الاول منهما فى أرض أفقية والثانى فى أرض مائلة واذا قلبناهما بالدوران حول د و بمقدار ١٨٠° بحيث يأخذ ا ب وضعا تحت د و فانهما يدلان حينئذ على قطاعين فى الردم

(أماشكل ٣١) فيبين قطاع عرضى لجزء من شغل ترابى البعض منه ا د ك فى الحفر والبعض الآخر ك و ب فى الردم وفى كل من الاشكال (٢٩ و ٣٠ و ٣١) نقطة ح تدل على نقطة من خط المحور الذى يخطط على الارض و ے نقطة معها على خط رأسى واحد وتكون إما أعلاها وإما أسفلها وموضوعة فى منتصف القاعدة .

شكل ٣١



وتسمى المسافتين الافقيتين ا ح و ح ب (شكل ٢٩) والمسافتين ا ع و م ب (شكلى ٣٠ و ٣١) بانصاف العروض .

وكل نصف عرض يشتمل على جزئين وهما نصف العرض الحقيقى للقاعدة المعلوم من تصميم الشغل والعرض الأفقى لاحد الميلين الذى يوجد بالحساب أو بالرسم

ففى (شكل ٢٩) فقط حيث ان الارض أفقية فالبعدان ا ح , ح ب متساويان وكذلك الحال بالنسبة لنصفى العرض د ے و ے و اللذان يكونان فى جميع الحالات متساويين أيضا أما الاجزاء الباقية ا ذ و ل ب فى الشكلين الآخرين (التى هى ارتفاعات المثلثات المتكونة بين ميلى التصميم والارض الطبيعية) فانها تتغير مع ميل الارض و يلزم تعيينها بالحساب

بند ٣٩ تعيين العروض الجانبية ـ ليكن ء رمزا للارتفاع الاوسط ح ے للشغل الترابى فى الاشكال (٢٩ و ٣٠ و ٣١) و ب نصف عرض القاعدة د ے = ے و

وليكن س الى ١ ميل الشغل الترابى المسمى عيل التصميم أعنى نسبة الامتار الافقية الى متر واحد رأسى و بَ العرض الافقى للميل أعنى ا د فى الجانب العلوى و ل ب فى الجانب السفلى

اذا تقرر هذا فنقول ان تعيين عروض الميل ينحصر فى المسألتين الآتيتين

المسألة الاولى ـ لحساب عرض ميل حينما يكون الارض الاصلية أفقية كما فى (شكل ٢٩)

بَ = اع = صـ ب = س د ....(٥)

وأيضا

اح = ب + بَ = ب + س د ....(٦)

المسألة الثانية ـ حساب عرض الميل حينما تكون الارض الطبيعية مائلة أعنى ذات ميل جانبى فى اتجاه العرض

ليكن ميل الارض الطبيعية هو باعتبار م الى ١ أعنى ان م هو ظل تمام الزاوية التى يصنعها الخط ا ب فى (شكلى ٣٠ و ٣١) مع الافق اذا علم هذا فيلزم أن تميز الاحوال الثلاث الآتية الممكنة الوقوع فقط وهى

الحالة الاولى ـ عندما يكون امتداد الارض الطبيعية من المركز الى حافة الشغل الترابى تبعد عن القاعدة بمعنى أن يكون ميل الارض والتصميم متجهين فى اتجاه واحد كالجانب الايمن لشكلى (٣٠ و ٣١) اللذين منهما ينتج أن

اع = م × ع ح = س × ع لَ = س (ع ح + ح ى + ى لَ)

وحينئذ يكون

ع ح (م − س) = س (ح ى + ى لَ)

= س (د + ب/س) = ب + س د

ومنها

ع ح = (ب + س د) / (م − س)

وأيضا

$$\overline{\text{اح}}^2 = \overline{\text{عح}}^2 + \overline{\text{اع}}^2 = \overline{\text{عح}}^2 + \text{م}^2\, \overline{\text{عح}}^2$$

وحينئذ يكون

$$\text{اح} = \text{عح}\sqrt{\text{م}^2+1} = \frac{\text{ب} + \text{س ى}}{\text{م} - \text{س}}\sqrt{\text{م}^2+1} \quad \ldots\ldots\ (٧)$$

ومن هـذا القانون نعلم المسافة الحقيقية التى توضع على الارض من نقطة ح الى الحرف العلوى للحفر

وأيضا

$$\overline{\text{اد}}^2 \text{ أو } \text{ب}'^2 = \overline{\text{اع}}^2 - \overline{\text{دع}}^2 = \overline{\text{اع}}^2 - \frac{\overline{\text{اد}}^2}{\text{م}^2}$$

وبأخذ الجذر التربيعى للطرفين نجد بعد اجراء الطرح والتعويض وأخذ $\text{ب}'^2$ مضروبا مشتركا والقسمة على معامله ان

$$\text{ب}' = \frac{\text{اع} \times \text{م}}{\sqrt{\text{م}^2+1}}$$

وواضح أن

$$\text{اع} = \text{اح} - \text{عح}$$

وأن

$$\overline{\text{عح}}^2 = \overline{\text{دى}}^2 + \frac{\overline{\text{دى}}^2}{\text{م}^2}$$

وحينئذ يكون

$$\text{عح} = \frac{\text{ب}\sqrt{\text{م}^2+1}}{\text{م}}$$

ويكون

$$\text{اع} = \frac{\text{ب} + \text{س ى}}{\text{م} - \text{س}}\sqrt{\text{م}^2+1} - \frac{\text{ب}}{\text{م}}\sqrt{\text{م}^2+1}$$

ويكون عرض الميل

$$\text{ب}' = \left(\frac{\text{ب} + \text{س ى}}{\text{م} - \text{س}} - \frac{\text{ب}}{\text{م}}\right)\text{م}$$

أو

$$ن َ = \frac{م س}{م - س} (ى + \frac{ب}{م}) \quad ....(٨)$$

الذى فيه المكرر $(ى + \frac{ب}{م}) =$ ع د هو عمق الشغل الترابى عند حرف القاعدة

وبفرض أن الانحدار فى المتر الواحد فى التصميم هو ه وفى الارض الطبيعية ه َ ينتج أن

$$ن َ = \frac{ع د}{ه - ه َ} \quad ....(٨) مكرر$$

بفرض أن

$$ه = \frac{١}{س} \text{ ، } ه َ = \frac{١}{م}$$

وهذا القانون هو عين قانون (٤) بند (٢٠) ومنه يستخرج عرض الميل أو ارتفاع المثلثات المتكونة بين ميل التصميم والارض الطبيعية فى حالة ما يكون الانحداران للارض وللتصميم متجهين فى اتجاه واحد أعنى فى حالة ما يقع ارتفاع المثلث خارجه

الحالة الثانية — عندما تكون الارض فى امتدادها من المركز الى حرف الشغل الترابى تميل نحو القاعدة بمعنى أن يكون اتجاه ميلى الارض والتصميم فى اتجاهين متضادين كالجانب الايسر من (شكل ٣٠) فيكون بالكيفية عينها

$$ب ح = \frac{ب + س ى}{م + س} \sqrt{م^٢ + ١} \quad ....(٩)$$

وأيضا

$$ب ل = ن َ = \frac{م س}{م + س} (هـ - \frac{ب}{م}) \quad .....(١٠)$$

الذى فيه المكرر $(ى - \frac{ب}{م})$ يدل على العمق صـ و للشغل الترابى عند حرف القاعدة

وبفرض أن ه و ه َ هما الانحداران للتصميم وللارض الطبيعية فى المتر الواحد يكون بمثل ماسبق

$$\text{نَ} = \frac{\text{صو}}{\text{ع} + \text{عَ}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (١٠) \text{ مكرر}$$

وهـذا القانون هوعين قانون (٣) بند (١٩) ومنـه يستخرج عرض الميل أوارتفاع المثلث المتكون بين ميل التصميم والارض الطبيعية عنـدما يكون الميلان المذكوران فى اتجاهين متضادين أعنى ان ارتفاع المثلث واقعا داخله

الحالة الثالثة ـ عندما تقطع الارض الطبيعية القاعدة بين خط المحور وحرف الشغل الترابى كما فى نقطة ك فى الجانب الايسر من (شكل ٣١) فقندارى اح و اع يوجدان كما فى (شكل ٣٠) بواسطة قانونى (٧ و ٨)

وأيضا

$$\text{حب} = \frac{\text{ب} - \text{سى}}{\text{م} - \text{س}} \sqrt{\text{م}^2 + 1} \quad \ldots\ldots (١١)$$

و

$$\text{لب} = \text{نَ} = \frac{\text{مس}}{\text{م} - \text{س}} \left(\frac{\text{ب}}{\text{م}} - \text{ى} \right) \ldots\ldots (١٢)$$

الذى فيـه $\left(\frac{\text{ب}}{\text{م}} - \text{ى} \right)$ يدل على ارتفـاع الشـغل الترابى صو عنـد حرف القـاعدة

ثم أن المسـافة الافقيـة من نقطة ك (التى هى نقطة انفصـال الحفر من الردم) الى نقطة هـ تعلم بالقانون

$$\text{هـك} = \text{مى} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (١٣)$$

بفرض أن ى رمزا للارتفاع حـ هـ

وبفرض أن عَ هوالانحدار فى المتر الواحد للارض الطبيعية يكون

$$\text{هـك} = \frac{\text{ى}}{\text{عَ}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (١٣) \text{ مكرر}$$

وهذا القانون هوعين قانون (٢) بند (١٧)

ثم ان البعدين ا ح ، ح ب يلزم أن تكون معلومة للشخص الذى يخطط مباشرة أشغال الحفر والردم على الارض أما البعدين ا ث ، ب ل فهما ضروريان لحساب مكعبات الاشغال المذكورة[1]

بند ٤٠ حساب مسائح القطاعات العرضية — من المعالم التى تحصلنا عليها لحساب عروض الميل يمكننا حساب مساحة القطاع العرضى

فباستعمال الحروف بعينها كما سبق وفرض أن ن فى كل حالة يدل على مساحة القطاع المطلوبة يلزم أن تأتى الاحوال الثلاث السابقة ومن ذلك نشأت المسائل الثلاث الآتية

المسألة الاولى — حساب مساحة قطاع عرضى لجزء من شغل ترابى عندما تكون الارض مستوية كما فى (شكل ٢٩)

ن = ـح × اص = ء (٢ب + بَ)

أو

ن = ٢ ب ء + س ء٢ ....(١٤)

المسألة الثانية — حساب مساحة قطاع عرضى لجزء من شغل ترابى عندما يكون للارض الطبيعية ميل جانبى وغير قاطعة للقاعدة كما فى (شكل ٣٠) يكون

ن = مساحة شبه المنحرف ح د و ص + مثلث ا ح د + مثلث ب ص و

فأما مساحة شبه المنحرف ح د و ص = د و . ـح = ٢ ب ء

ومساحة المثلث ا ح د = (اث . ح د) / ٢ = م س / (٢(م − س)) (ء + ب/م)٢

ومساحة المثلث ب ص و = (ب ل . ص و) / ٢ = م س / (٢(م + س)) (ء − ب/م)٢

(١) انظر جدول نمرة ١ لتسهيل حساب هذين البعدين فى الميول المستعملة

وبجمع الثلاث أجزاء على بعضها يحدث

$$\text{ن} = ٢\,\text{ب}\,\text{د} + \frac{\text{م}\,\text{س}}{٢(\text{م}-\text{س})}\cdot\left(\text{د}+\frac{\text{ب}}{\text{م}}\right)^{٢} + \frac{\text{م}\,\text{س}}{٢(\text{م}+\text{س})}\left(\text{د}-\frac{\text{ب}}{\text{م}}\right)^{٢}$$

أو

$$\text{ن} = \frac{\text{س}\,\text{ع} + ٢\,\text{م}^{٢}\,\text{ب}\,\text{د} + \text{م}^{٢}\,\text{س}\,\text{د}^{٢}}{\text{م}^{٢}-\text{س}^{٢}} \quad \ldots\ldots\ldots (١٥)$$

وهذه الكمية بعينها يمكن الدلالة عليها بالكيفية الآتية

مدّ ا د و ب و لغاية ما يتقابلا فى نقطة ك على الخط الرأسى ح ى حينئذ. يكون

$$\text{ن} = \text{المثلث ا ب ك} - \text{المثلث د و ك}$$

$$= \frac{(\text{ا ع}+\text{ب م})\cdot\text{ح ك} - \text{د و}\cdot\text{ى ك}}{٢}$$

ولكن

$$\text{ى ك} = \frac{\text{ب}}{\text{س}}\ ,\quad \text{ح ك} = \text{هـ} + \frac{\text{ب}}{\text{س}}\ ,\quad \text{د و} = ٢\,\text{ب}$$

و

$$\text{ا ع} + \text{ب م} = \frac{٢\,\text{م}^{٢}}{\text{م}^{٢}-\text{س}^{٢}}(\text{س}\,\text{د} - \text{ب})$$

وبناء على ذلك يكون

$$\text{ن} = \frac{\text{م}^{٢}\,\text{س}}{\text{م}^{٢}-\text{س}^{٢}}\left(\text{د}+\frac{\text{ب}}{\text{س}}\right)^{٢} - \frac{\text{ب}^{٢}}{\text{س}} \quad \ldots\ldots\ldots (١٦)$$

وهو قانون موافق للاستعمال بواسطة جدول المربعات

ويمكن أيضا حساب مساحة هذا القطاع بادخال قانونى (٨ مكرر) و (١٠ مكرر) بفرض أن ه و $\text{ه}'$ هما الانحداران فى المتر الواحد فى كل من التصميم والارض الطبيعية كما سبق يكون

$$\text{ن} = ٢\,\text{ب}\,\text{د} + \frac{\overline{\text{ح د}}^{٢}}{٢(\text{ه}-\text{ه}')} + \frac{\overline{\text{و ص}}^{٢}}{٢(\text{ه}+\text{ه}')}$$

وحيث ان

$$\text{ع د} = \text{د} + \text{ب ذَ} \quad \text{و} \quad \text{وصـ} = \text{د} - \text{ب ذَ}$$

يكون

$$\text{ن} = \text{٢ ب د} + \frac{(\text{د} + \text{ب ذَ})^{٢}}{٢(\text{ذ} - \text{ذَ})} + \frac{(\text{د} - \text{ب ذَ})^{٢}}{٢(\text{ذ} + \text{ذَ})}$$

ويمكن وضع هذا القانون بالكيفية الآتية

$$\text{ن} = \text{٢ ب د} + \left\{ \begin{array}{l} \frac{(\text{د} + \text{ب ذَ})^{٢}}{٢} \times \frac{١}{\text{ذ} - \text{ذَ}} \\ + \frac{(\text{د} - \text{ب ذَ})^{٢}}{٢} \times \frac{١}{\text{ذ} + \text{ذَ}} \end{array} \right. \quad (١٦) \text{ مكرر}$$

وهو قانون موافق أيضاً للاستعمال بواسطة جدول المربعات

المسألة الثالثة — حساب مساحتى جزئى القطاع العرضى للشغل الترابى عندما تقطع الارض الطبيعية القاعدة كما فى (شكل ٣١)

القطاع العرضى فى هذه الحالة يشتمل على مثلثين متشابهين ا د ك و ك و ب أحدهما فى الحفر والآخر فى الردم وأن ا د ك يكون أكبر أو أصغر من ك و ب بحسب ما تكون نقطة ك جهة يسار أو يمين نقطة ح التى هى نقطة المحور فى هذا الشكل وعندما تنطبق النقط ك و ح و ــ على بعضها فالمثلثان يكونان متساويين ويكون الحفر مساوياً للردم

ولتكن مساحة ادك أكبرهما كما فى الحالة الحاضرة = نَ ومساحة كوب الأصغر = نً فيكون

$$\text{نَ} = \frac{(\text{ا ع} + \text{ــ ك})\text{ د ع}}{٢} = \frac{(\text{ب} + \text{م د})^{٢}}{٢(\text{م} - \text{س})} \cdots\cdots (١٧)$$

و

$$\text{نً} = \frac{(\text{ب م} - \text{ــ ك})\text{ وصـ}}{٢} = \frac{(\text{ب} - \text{م د})^{٢}}{٢(\text{م} - \text{س})} \cdots\cdots (١٨)$$

أو بوضع $م = \frac{١}{قَ}$ ، $س = \frac{١}{ق}$ يحدث

$$فَ = \frac{(ب\,قَ + د)^{٢}\,ق}{٢\,قَ} \times \frac{١}{ق - قَ} \quad \ldots\ldots (١٧)\ \text{مكرر}$$

و

$$فً = \frac{(ب\,قَ - د)^{٢}\,ق}{٢\,قَ} \times \frac{١}{ق - قَ} \quad \ldots\ldots (١٨)\ \text{مكرر}$$

بند ٤١ حساب مكعبات الحفر والردم ـ من القوانين المتصلة بالبندين السابقين يمكننا حساب المكعبات أو كميات الشغل الترابي في أي حفر أو ردم معلومين

ليكن ل طول جزء من مجسم ترابي والمطلوب حساب مكعبه ع

الحالة الاولى ـ اذا علم قطاعين $ب_١$ و $ب_٢$ والمسافة الواقعة بينهما فحجم الاتربة بين هذين القطاعين يعلم تقريبيا من القانون الآتي (بفرض أن $ب_١$ و $ب_٢$ قريبين جدا من أن يكونا متساويين وليس خلاف ذلك)

$$ع = \frac{ب_١ + ب_٢}{٢} \times ل \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (١٩)$$

الحالة الثانية ـ اذا كان معلوما ثلاث قطاعات عرضية والطول الكلي يكون بالتقريب الكافي

$$ع = \frac{ب_١ + ٤\,ب_٢ + ب_٣}{٦} \times ل^{(١)} \quad \ldots\ldots\ldots (٢٠)$$

الحالة الثالثة ـ اذا كان معلوما فقط الطول ل وقطاعين عرضيين $ب_١$ و $ب_٣$ فيمكن ايجاد مساحة قطاع مفروض $ب_٢$ بالتقريب باعتبار العمق المركزي هو متوسط العمقين المتطرفين للقطاعين $ب_١$ و $ب_٣$ $\left(\frac{دَ + دً}{٢} = د\right)$ والميول الجانبية للارض ان وجدت في قطاع $ب_٢$ هي متوسط توافق بين الميول التي بقطاعي

(١) وهي مساحة شكل كثير الاوجه ذي قاعدتين متوازيتين احداهما مضلع حيثما اتفق والاخرى مضلع آخر موازله وأوجهه أشباه منحرفة ومثلثات ويشترط فقط أن يكون القطاع المتوسط متساوي البعد عن المتطرفين

$\text{ب}_{١}$ و $\text{ب}_{٣}$ $\left(\text{ء} = \frac{٢\,\text{ء}'\,\text{ء}''}{\text{ء}' + \text{ء}''}\right)$ ويمكن حينئذ استعمال قانون (٢٠) والناتج يكون أقرب عما يتحصل من قانون (١٩)

وحينما تكون الارض مستوية فهذه العملية الاخيرة تعطى الناتج الآتى

ليكن $\text{ء}'$ العمق المركزى فى قطاع $\text{ب}_{١}$

وليكن $\text{ء}''$ « « « $\text{ب}_{٣}$

فحينئذ يكون العمق المركزى للقطاع المفروض هو $\frac{\text{ء}' + \text{ء}''}{٢}$

ويكون

$$\text{م} = \text{ل}\left[\text{ب}\,(\text{ء}' + \text{ء}'') + \text{س}\,\frac{\text{ء}'^{٢} + \text{ء}'\,\text{ء}'' + \text{ء}''^{٢}}{٣}\right] \quad \ldots\ldots (٢١)$$

وهذا القانون وقانون (٢٠) يطلق عليها اسم ''القانون المنشورى'' وهو القانون الوحيد المضبوط جدا

وهذا القانون يوضع بصورة أخرى تجعل استعماله موافقا بواسطة جداول المربعات وهو

$$\text{م} = \text{ل}\left[\text{ب}\,(\text{ء}' + \text{ء}'') + \text{س}\left(\frac{(\text{ء}' + \text{ء}'')^{٢}}{٤} + \frac{(\text{ء}' - \text{ء}'')^{٢}}{١٢}\right)\right] \quad \ldots (٢٢)$$

الحالة الرابعة — اذا كان معلوما عدد زوجى م من القطاعات العرضية المتساوية الابعاد $\text{ب}_{١}$ و $\text{ب}_{٢}$ و $\text{ب}_{٣}$ و $\text{ب}_{٤}$ و ... $\text{ب}_{\text{م}}$ وان ء هى المسافة من قطاع الى قطاع يكون

$$\text{م} = \text{ء}\left(\frac{\text{ب}_{١}}{٢} + \text{ب}_{٢} + \text{ب}_{٣} + \text{ب}_{٤} + \cdots + \frac{\text{ب}_{\text{م}}}{٢}\right) \quad \ldots (٢٣)$$

الحالة الخامسة — وأخيرا اذا كان معلوما عدد فردى ن من القطاعات العرضية و ء هى المسافة من قطاع الى قطاع يكون

$$\text{م} = \frac{\text{ء}}{٣}\left(\text{ب}_{١} + ٤\,\text{ب}_{٢} + ٢\,\text{ب}_{٣} + ٤\,\text{ب}_{٤} + \cdots + ٢\,\text{ب}_{\text{ن}-٢} + ٤\,\text{ب}_{\text{ن}-١} + \text{ب}_{\text{ن}}\right) \quad \ldots (٢٤)$$

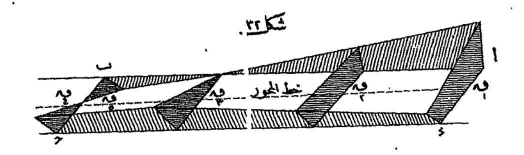
واذا كان أحد المهندسين يرغب الحصول على كميات تقريبية للحفر والردم و بسرعة بقطاعات متعاقبة لجسر أوترعة فمن الموافق استعمال قانونى (٢٣ و ٢٤) ولكنهما يعطيان مقادير غير مضبوطة فى الاراضى الغير مستوية

وأما فى حساب تطهيرات الترع وترميمات الجسور فيستعمل قانون (١٩) حيث ان مسائح القطاعات العرضية المعمولة عنها تكون متقاربة من بعضها

بند ٤٣ مثال ــ ولنذكر المثال الآتى الذى منه يفهم كيف تطبق القوانين السابقة ليكن ا ب حـ د (شكل ٣٢) جزء من طريق به القطاعات ق١ و ق٢ و ... الخ على مسافات متساوية بين كل منها مقدارها ٢٠٠ متر ومن قطاع ق١ الى ق٣ الطريق كله فى الحفر و بعد ذلك جزء منه فى الردم والقطاع ق٥ يدل على قطاع الجزء المردوم فى الخط ب حـ وفى قطاع ق١ الارض مستوية عرضا وأما فى جميع القطاعات الاخرى فهى ذات ميل جانبى

وليكن نصف عرض الطريق ب = ٤ أمتار و س ميل الشغل الترابى هو ١ على ١ فى الجميع

شكل ٣٢.



ولتكن الاعماق الوسطى للحفر بقطاعات ق١ و ق٢ و ق٣ و ق٤ على التناظر ٣ متر و ٢ متر و ١ متر و ٠,٥٠ متر والميل الطبيعى للارض المائلة جانبيا فى قطاعات ق٢ و ق٣ و ق٤ هو ٧٠ الى ١ و ١٠ الى ١ و ٧ الى ١ بالتناظر فيكون

أولا — فى قطاع $ب_1$ نصفى العرض الافقى لميول الجوانب هما بموجب قانونى (٨ و ١٠)

$$ن َ = \frac{٧٠}{٦٩}\left(٣٫٠٠ + \frac{٤}{٧٠}\right) = ٣٫١٠ \text{ من جهة ا}$$

$$ن َ = \frac{٧٠}{٧١}\left(٣٫٠٠ - \frac{٤}{٧٠}\right) = ٢٫٩٠ \text{ من جهة ء}$$

ومساحة القطاع $ب_1$ بموجب قانون (١٥) هى

$$ب_1 = \frac{(٩ \times ١ \times ٤٩٠٠) + (٣ \times ٤ \times ٤٩٠٠ \times ٢) + (١٦ \times ١)}{١ - ٤٩٠٠} = ٣٣ \text{ متر مربع}$$

أو بموجب قانون (١٦)

$$ب_1 = \frac{١ \times ٤٩٠٠}{١ - ٤٩٠٠}\left(٣٫٠٠ + \frac{٤}{١}\right)^٢ - \frac{١٦}{١} = ٣٣ \text{ متر مربع}$$

وفى قطاع $ب_2$ يتحصل بموجب قانون (٥)

$ن َ = ٢٫٠٠$ وهو نصف العرض الافقى للميول الجانبية وبموجب قانون (١٤) يكون

$$ب_2 = (٢ \times ٤٫٠٠ \times ٢٫٠٠) + (١ \times ٤) = ٢٠٫٠٠$$

وفى قطاع $ب_3$ يتحصل بالكيفية عينها بموجب قوانين (٨ و ١٠ و ١٥)

$$ن َ = \frac{١ \times ١٠}{١ - ١٠}\left(١ + \frac{٤}{١٠}\right) = ١٫٥٠ \text{ فى الجهة العليا}$$

$$ن َ = \frac{١ \times ١٠}{١ + ١٠}\left(١ - \frac{٤}{١٠}\right) \doteq ٠٫٥٥ \text{ فى الجهة السفلى}$$

ويكون

$$ب_3 = \frac{(١ \times ١ \times ١٠٠) + (١ \times ٤ \times ١٠٠ \times ٢) + ١٦ \times ١}{١ - ١٠٠} = ٩٫٢٥$$

أما فى القطاعين اللذين على الخط ب ح فيتحصل على عرض الميل الذى فى الحفر بموجب قانون (٨) هكذا

$$ن = \frac{٧ \times ١}{٧ - ١} \left(٠٫٥٠ + \frac{٤}{٧} \right) = ١٫٢٥$$

وعلى عرض الميل فى الجزء المردوم بموجب قانون (١٢) هكذا

$$ن = \frac{٧ \times ١}{٧ - ١} \left(٠٫٥٠ - \frac{٤}{٧} \right) = ٠٫٠٨$$

ويكون بموجب قانون (١٧)

$$ق_٤ = \frac{(٤٫٠٠ + ٣٫٥)^٢}{٢ \times ٦} = ٤٫٦٨$$

وبموجب القانون (١٨) نجد أن

$$ق_٥ = \frac{(٤٫٠٠ - ٣٫٥)^٢}{٢ \times ٦} = ٠٫٠٢$$

بند ٤٣ قد حسبنا مسائح القطاعات العرضية $ق_١$ و $ق_٢$ و $ق_٣$ و $ق_٤$ و $ق_٥$ فلنبحث الآن عن تعيين الكميات الكلية للحفر والردم

فلايجاد مكعب الحفر من قطاع $ق_١$ الى $ق_٣$ نرى أن المقدار الحقيقى هو بموجب قانون (٢٠)

$$ع = \frac{٣٣ + ٤ \times ٢٠ + ٩٫٢٥}{٦} \times ٤٠٠ = ٨١٥٠ \text{ مترا مكعبا}$$

واذا حسبنا المقدار بعينه بقانون (١٩) بأخذ مجموع المكعبات من قطاعى $ق_١$ الى $ق_٢$ ومن $ق_٢$ الى $ق_٣$ نجد أن

$$ع = \frac{٣٣ + ٢٠}{٢} \times ٢٠٠ + \frac{٢٠ + ٩٫٢٥}{٢} \times ٢٠٠ = ٨٢٢٥ \text{ مترا مكعبا}$$

وهو خطأ بالزيادة بمقدار ٧٥ مترا مكعبا

وعند قياس الارض ما بين $ق_٣$ وخط ب ح يلزمنا اجراؤه على مرتين حيث أن بعضها فى الردم وبعضها فى الحفر

فالجزء الذى فى الردم هو عبارة فقط عن هرم مثلثى قاعدته ب وارتفاعه المسافة الكائنة بين ب٣ و ب٠ = ٢٠٠ متر ومكعبه حينئذ يكون هو

$$\frac{٢٠٠}{٣} \times ب_٠ = \frac{٢٠٠}{٣} \times ٠٫٠٢ = ١٫٣٣٣ \text{ متر مكعب}$$

وأما الجزء الذى فى الحفر فانه عبارة عن منشور ويمكن ايجاد حجمه بطرق عديدة الاضبط ما يكون فيها أن يفرض قطاع متوسط بالكيفية المبينة فى الحالة الثالثة (بند ٤١) فيتحصل عندنا

$$ء = \frac{ءَ + ءً}{٢} = \frac{١٫٠٠ + ٠٫٥}{٢} = ٠٫٧٥$$

$$ر = \frac{٢ رَ رً}{رَ + رً} = \frac{٢ \times ١٠ \times ٧}{١٠ + ٧} = ٨٫٢٣$$

وبموجب قانون (١٥) تكون مساحة القطاع المتوسط هى

$$ن = ٦٫٨٥$$

و يكون مكعب الحفر المتحصل بموجب قانون (٢٠) هو

المكعب المطلوب = ١٣٧٦ مترا مكعبا

بند ٤٤ جداول الحفر والردم — لاجل تسهيل حسابات الحفر والردم قد عملت عدة جداول للمؤلفين كثيرين أحسنها وأبسطها جداول بدر (Bidder's) التى حسبنا جداولنا على أنموذجها ثم جداول المرحوم حسين بك راغب وغيرهما كثير وجميعها مخصصة لهذا الغرض بفرض أن الخط السطحى للقطاعات العرضية هو أفقى أو يمكن تحويلها لهذا الوضع

ثم ان القانون الذى حسبنا بواسطته جداولنا وهو القانون المنشورى فهو هذا

$$ح = ل \left[ب (ءَ + ءً) + س \frac{ءَ^٢ + ءَ ءً + ءً^٢}{٣} \right].$$

وهو قانون (٢١) (بند ٤١) وهو القانون الوحيد المضبوط جدا

وبفرض أن ٢ ب الذى هو عرض قة الجسر أو قاع الترعة فى التصميم = ١ متر ، س = ١ ، ل = ٢٠ مترا(١) يكون

$$\text{ع} = ٢٠ \left(\frac{\text{دَ} + \text{دً}}{٢} + \frac{\text{دَ}^{٢} + \text{دَ}\,\text{دً} + \text{دً}^{٢}}{٣} \right)$$

أو

$$\text{ع} = \begin{cases} \frac{\text{دَ} + \text{دً}}{٢} \times ٢٠ = \text{مكعب الجزء المتوسط} \\ \frac{(\text{دَ} + \text{دً})^{٢} - \text{دَ}\,\text{دً}}{٣} \times ٢٠ = \text{مكعب الميلين} \end{cases}$$

التى فيها دَ ، دً ارتفاعى النهايتين

والكمية الاخيرة هى عبارة عن حجم الهرم الناقص الثلاثى

وباعطاء الى كل من دَ و دً مقادير متغيرة من ٠ الى ٠٠,٣ بحيث تتعاقب من ٠,٠٥ متر الى ٠,٠٥ متر ومن ٠,٠١ متر الى ٠,٠١ متر لحد ارتفاع ٠٠,٦ أمتار فبهذه الكيفية تكون الجدولين(٢) التى عمل كل منهما مجلدا قائما بذاته وبواسطتهما يمكن حساب جميع أشغال الحفر والردم المستجدة والسدود والمقاطع والرؤس والتطهيرات ثم حساب مسائح الاراضى التى تشغلها الجسور والترع المراد انشاءها وغيره وجميع ذلك بطريقة مضبوطة جدا وسريعة للغاية

---

(١) قد انتخب طول ٢٠ مترا لانه طول الجنزير المعتاد القياس به وبضربه فى ١٠ يتحصل على المسافة المعتاد أخذ القطاعات العرضية عليها

(٢) كل جدول موضح به كيفية استعماله مع الامثلة اللازمة .

الفصل الرابع

(الطريقة السهلة لحساب أشغال الحفر والردم)

استطراد

بند ٤٥ قدشاهدنا ان الحسابات التى ذكرت بالفصل السابق متعبة جدا وكثيرة التعقيد وأنها تحتاج لعدد جسيم من الارقام التى مجرد وجودها كاف وحده للوقوع فى الغلط والشطط

ولنذكر هنا طريقة أخرى لحساب الحفر والردم وهى وان كانت تقريبية فهى أسهل بكثير من الحساب بالقوانين السابقة وقد وجدانها نافعة بحيث نسخت استعمال الحسابات المعقدة لمقايسات الحفر والردم الجارى استعمالها لغاية الآن ومما يوجب أفضليتها أن النتائج المتحصلة بواسطتها مضبوطة ضبطا كافيا للاعمال

ثم ان القواعد العمومية لهذه الطريقة هى بعينها كقواعد أى مقايسات أخرى فيجب أن تكون المقايسة مضبوطة ضبطا عمليا ويجب أن تبين كل تفصيل يمكن أن يحتاج اليه وأن تعمل بأبسط أورنيك حتى انه يمكن عمل جميع الحسابات على قدر الامكان وبالضبط الشافى بمعرفة أحد الكتبة أو أى شخص ذى معارف كافية ولو كان غير مدرب

بند ٤٦ انى أقصد بالضبط العملى الذى ذكرته الضبط الكافى لجميع مقاصد الاشغال أو بعبارة أخرى "المقاس والصرف للشغل المنتهى" وينبغى أن يعلم بأن ذلك يجب أن يؤسس على مراعاة جملة أمور هى

أولا — ان الاشغال الترابية تقاس بالمتر المكعب وان الفية لكل متر مكعب هى مبلغ قليل أعنى من ١٠ مليمات الى ٣٠ مليما تقريبا وحينئذ يكون فرق بعض أمتار لغاية ٣٠ مترا أو ٤٠ مترا فى مقايسة كبيرة ليس له كبير أهمية

ثانيا — فى جميع المقايسات مهما كان أخذ القطاعات قريبة فيلزم أن يعتبر على الدوام فى نهاية الامر أن الخطوط والسطوح الموصلة للنقط المقاسة على سطح الارض

تكون مستقيمة ومستوية مع أنه من المحقق أن السطح الطبيعي ربما كان في حد ذاته منحنيا وحيث كان الامر هكذا فلابد أن يوجد هنا فرق عن الكميات الحقيقية لا يمكن تجنبه ولا تأثير له كما أسلفنا

ثالثا - ان المقاسات الابتدائية التي تعمل عند تخطيط الشغل أو عند استلامه ختاميا تختلف كثيرا عن الكميات الحقيقية وحينئذ فجميع هذه الثلاث ملاحظات ترينا انه لا لزوم في الاشغال لمقايسة ذات ضبط دقيق حيث ان طبيعة المعالم المقاسة تقريبية ولا يمكن بحالة ما ادراك الحقيقة ذاتها

ويلزم أن يتذكر أيضا أنه يلزم اقناع المقاولين والشغالة بالمقاسات التي تعمل وأنهم يجب أن يفضلوا البسيطة منها والتي يمكنهم أن يفهموها عن غيرها اذ انه من المحقق دائما أن أحسن ما يكون هو أن نصل للغرض الحقيقي المقصود مع تجنب الاتعاب الغير معقولة على قدر الامكان وناهيك أنه عند حصول الغلط الحسابي فيلتجأ ضرورة الى المراجعة الحسابية وهذا هو أيضا من البراهين القوية على أفضلية المقايسات البسيطة جدا

الاراضي المستوية

بند ٤٧ لنأخذ أولا مقايسات الحفر والردم في الاراضي البسيطة السهلة التي فيها لا يحسب للميل العرضي أي حساب فكل ما تعطيه الميزانية أو يحتاج أن تعطيه هو فقط مناسيب خط المحور على مسافات متساوية وسيرى فيما بعد الارتباك والتعب الناشئان عن أخذ المناسيب على أبعاد مختلفة وفي النادر حصول الاحوال التي فيها يجب أن تتبع هذه الطريقة بطول خط المحور نظرا لشكل الارض بخلاف القراآت أو المناسيب التي تؤخذ على مسافات متساوية فانها تعطي نتائج مضبوطة جدا واذا كان يوجد ارتفاع أو انخفاض فجائي بحيث يكون من اللازم ملاحظته ومراعاته حقيقة فمناسيب نقط أحرفها يجب أخذها بصفة قراآت متوسطة على مسافات حقيقية ولذا يلزم أن قامة متر المقدمة التالية توجد بالضبط على نهاية المسافة بعينها مثل بعضها في المقدار حتى انه متى علمت المسافة الكلية الى أي وتد أو نقطة شهيرة فيجب أن يتحقق دائما من أن نمرة الوضع تكون مكررة بقدر المسافة المتفق عليها وبمعنى أوضح يلزم أنه اذا كان ل

هو المسافة المعينة المتفق عليها فيكون الوضع ن مقابلا لبعد قدره ن ل معدودا بالابتداء من نقطة الاصل وأهمية ذلك ظاهرة للعيان خصوصا عندما يتذكر أن منسوب قاع الترعة أو سطح الجسر يجب تقديره أو حسابه فى كل وضع بالانحدار المقتضى اعتباره من نقطة الاصل وذلك الانحدار يتغير بحسب مقتضيات الاحوال ويسهل حسابه كثيرا متى كانت مسافات الوضع متساوية كما قدمنا أما اذا كانت المسافات مختلفة فينشأ عن ذلك تعب عظيم ان لم نقل ان المراجعة تصير صعبة جدا ولا يخفى ما فى هذا من العطل والضرر المبين اللذين لا لزوم لهما فى أعمال الانسان سواء كانت عقلية أو عملية

بند ٤٨ الفرق بين منسوبى سطح الارض الطبيعية والتصميم سواء كان ذلك حفرا أو ردما يؤخذ على كل وتد أو فى كل وضع على المحور بالتوالى بمسافات متساوية مقدارها ١٠٠ متر للمقايسات التفصيلية جدا و بمقدار ٢٠٠ متر أو ٥٠٠ متر للمقايسات الابتدائية التقريبية الا أن أول ما يتساءل عنه هو ماذا يجب أن تكون مقدار هذه المسافة فنقول انه بالنسبة للمقايسة الابتدائية لجسر أو ترعة يلزم أن تكون هذه المسافة ٢٠٠ متر كما هو المعتاد

وحال اعطاء الشغل للمقاولين وعند الصرف لهم أعنى عند استلام الشغل تكون المسافة ٥٠ مترا فى معظم الحالات

أما فى المقايسات الابتدائية التقريبية فيوفر جزء عظيم من زمن الشغل فى جميع الاراضى المعتادة باستعمال مسافات طويلة بقدر ما يمكن أن يقرأ على الميزان

ولبيان ذلك أذكر أن بعضهم عمل مقايسة لترعة كبيرة عرضها يزيد عن ١٠ أمتار وطولها ٤٠ كيلومتر فى مسافات متساوية قدرها ١٠٠ متر وقدر قراءة النظرات لغاية الرقم الثانى الاعشارى ثم عملت مقايسة أخرى تقريبية للترعة بعينها مع جعل القراآت على مسافات متساوية قدرها ٢٠٠ متر فكان الفرق بين المقايستين ١,٦ فى المائة ولا شك أن ١,٦ هو مقدار كبير بالنسبة لكمية جسيمة ولكن المسألة هى هل ١,٦ فى المائة من الدفع الانتهائية فى أى مقايسة تفصيلية أعنى ثمن ١,٦ فى المائة من الكمية الحقيقية يعطى مبلغا يمكن صرف النظر عنه أم لا فلا شك أنه يمكن المجاوبة على ذلك

إما بالايجاب وإما بالسلب وكل انسان يستطيع بعد البحث فى المقايسة أن يحكم بما يراه بحسب الاحوال المختلفة ولا خفاء فى أن وفر العمل سواء كان ذلك فى الشغل الخارجى أو فى المكتب هو مفيد جدا وحينئذ يلزم أن يلاحظ أن السعى الكثير للضبط باستعمال نظرات متعددة هو ضياع للزمن ماعدا فى المقايسات الختامية

بند ٤٩ ثم ان الأمر الثانى هو الضبط المحتاج اليه فى قراءة النظرات على الميزان وهنا يمكننى أن أقول محذرا الناشئين من المهندسين أن الغلطات لا تحصل فى قراءة السنتيمترات أى الاجزاء المائينية ولكنها فى الامتار والديسمترات أى الاجزاء العشرية فانه يرى أن المبتدئين يقرؤن ٣٫٦٠ أو ٣٫٢٠ أو مهما يكون من قبيل ذلك فى نظرة ما ومع أنهم مهملون ومخطئون فى الحقيقة ونفس الأمر تراهم يصرفون بضعة دقائق يحركون فى أثنائها عينياتهم لكى يقرؤا السنتيمترات والجزء من ألف الذى هو المللمتر والحال أن الغلط الذى ارتكبوه فى ذلك الحين هو متر أو ديسمتر هذا ولاجتناب هذا الخطأ يلزم اتباع أنفس طريقة وهى أن يشتغل على مسافة واحدة فى كل من جانبى الميزان بالنسبة للنظرتين المؤخرة والمقدمة وأن تستعمل الأرجل لتوقيف الميزان أفقيا وبريمات الرجل للحركة البطيئة فقط ثم يعتنى بقراءة الامتار والعشرات أولا وبعد التيقن من صحة ذلك فان أهم شئ يلتفت اليه هو حينئذ الضبط الضرورى فى المقايسات ولذا يلزم أن تكون الخانة الثانية الاعشارية موجودة فى دفتر الميزانية للروبيرات وأيضا للنظرات المؤخرة والمقدمة فقط حيث ان الخطأ ينشأ من استعمال خانة واحدة ليس الا نعم انه يكون قليلا الا أنه يزداد تبعا لتكرار الاوضاع المختلفة أما بالنسبة للنظرات المتوسطة التى يلزم اعتبارها فى نفس الوضع الواحد فنقرر بأننا لا نقرأ أبدا نظرة متوسطة زيادة عن الرقم الاول الاعشارى المقرب تقريبا بأحسن ما يكون على قدر الامكان واذا أردت أن لا توفر تطرك فاقرأ الى الخانة الثانية الاعشارية وقيدها مقربة بأعظم ما يمكن مع الاولى السابق ذكرها ولنؤكد قائلين أنه يجب أن نقرأ مباشرة وبجزم تام الى الرقم الاول الاعشارى المقرب تقريبا كافيا واذا كانت الشعرة قريبة من المنتصف حتى انه لا يمكن الحكم مباشرة أن يقرأ الأعلى أو الأسفل فكن متحققا بانه لا بأس فى الذى تعمله اذ لك الخيار وقتئذ

بند ٥٠ عند عمل دفتر الميزانية فالنظرات المتوسطة يلزم أن تكون مثل ٢٫٤٠ و ٣٫٣٠ و ٠٠٠ الخ وأن المنسوب يجرى حسابه كالمعتاد الى خانتين اعشاريتين وهذه هى أبسط طريقة (انظر آخر أورنيك لدفتر الميزانية المعمول به الآن) ولكن مهما كانت هيئة الجدول المستعملة فعند أخذ المناسيب من الدفتر الى الرسم أو أى شئ خلافه فيلزم دوامابدون تغير أن يؤخذ فقط الى الرقم الاول الاعشارى المقرب التقريب الشافى

بند ٥١ والنقط الوحيدة التى يجب بيانها على الرسم برقين أعشاريين هى الروبيرات فقط أما فى المقايسة فينبغى أن لا يظهر أبدا الرقم الاعشارى الثانى هذا وان راحة العينين فى الغيط أو عند التقييد بدفتر الميزانية أو فى عمل الرسومات سواء من جهة الشغل أو لاجل بيانها واضحة هو أمر جدير بالاعتبار يظهر بالتأمل ولا يؤدى لخطأ معتبر فضلا عن البساطة والسرعة وفى الواقع فانه لفرق كبير فى الاتعاب فى كل من الحالتين لان المسألة هى هل شئ يضيع بهذه الواسطة كلا ثم كلا لان جميع مانفقده هو الضبط فى مناسيب النقط المتوسطة التى كانت وضعت عليها القامة متر بمعنى أنه يمكن أن تقيد أى نقطة أعلا أو أخفض عن حقيقتها باقل من ٠٫٠٥ متر وهو مقدار جزئى يمكن صرف النظر عنه فى أشغال الحفر والردم خصوصا وانه يكون أحيانا بالزيادة وأحيانا بالنقص وزيادة على ذلك فان مناسيب هذه النقط المتوسطة لا يمكن ايجادها مضبوطة ثانيا فانها تختلف عن أصلها عند اختبار الشغل أو تخطيطه فثبت من هنا صحة بل وجوب الاقتصار على الرقم الاول الاعشارى فتذكر

والحاصل أنه لا يقاس أبدا شغل أو تعطى أوامر للمقاولين بحفر أو ردم أقل من عشرة سنتيمتر ومع ذلك فاننا نرى لحد اليوم (وهذا من الغرابة بمكان) عمل مئات من المقايسات سنويا ذات رقين اعشاريين وأن الرسومات مملوءة بصفوف كثيرة من الارقام فأتعشم الآن أن حضرات المهندسين يتعودون على الاقتصار بان يجعلوا الارقام الثانية الاعشارية قاصرة على دفاتر الميزانية فقط وعلى النظرات المقدمة والمؤخرة والروبيرات فى هذه الدفاتر

آخر أوونيـك لدفتر الميزانيـة المعمـول به الآن

أوضـاع	مسـافات	قـراآت: مؤخـرة	قـراآت: متوسطة (١)	قـراآت: مقـدمة	منسوب سطح الميزان	منسـوبات	المنسوب الذي تقف على الرجم أو القائمة	ملحوظات
		٢٫٥٦			٢٢٫٥٦	٢٠٫٠٠	٢٠٫٠٠	منسوب نقطة المبدأ
			٣٫٣٤			١٩٫٢٢	١٩٫٢٢	روبير على حافة البئر الفـلانية
١	٢٠٠	٣٫٧١		٢٫٢١	٢٤٫٠٦	٢٠٫٣٥	٢٠٫٣٥	
			٢٫٣٠			٢١٫٧٦	٢١٫٨٠	
			٣٫٤٠			٢٠٫٦٦	٢٠٫٧٠	
			٣٫٩٠			٢٠٫١٦	٢٠٫٢٠	
			٢٫٥٠			٢١٫٥٦	٢١٫٦٠	
٢	٤٠٠	٣٫٠٣		٢٫٦٥	٢٤٫٤٤	٢١٫٤١	٢١٫٤١	
			٢٫٥٠			٢١٫٩٤	٢١٫٩٠	
				٣٫٤٢		٢١٫٠٢	٢١٫٠٢	
		٩٫٣٠		٨٫٢٨				
		٨٫٢٨						
		١٫٠٢						
		٢٠٫٠٠	منسوب نقطة المبدأ					
		٢١٫٠٢	البـرهان					

(١) القراآت المتوسطة هى النظرات التى بخلاف المقدمة والمؤخرة

بند ٥٢ معلوم نظريا أنه كلما كثرت الارقام الاعشارية كان الناتج مضبوطا ولكن القاعدة التى أرغب اختيارها هنا هى عمل الضبط بأى واسطة تؤدى اليه لانه ليس من المحقق أن كثرة الارقام تدل دائما على ناتج مضبوط لاحتمال الغلط فيها ولان الضبط المكتسب من كثرة عدد الارقام لا يساوى قيمة الاتعاب الناشئة عنه

بند ٥٣ ولنفرض الآن أنه من الرسم الافقى أو من دفتر الميزانية علمنا أن ارتفاع الردم أو عمق الحفر هو ى مقاسا الى الرقم الاول الاعشارى فى كل وضع وأن الاوضاع متباعدة عن بعضها بقدر ل و ل هذا يكون فى الغالب ١٠٠ متر متساوية فى جميع الاحوال

بند ٥٤ كمية الحفر والردم بين أى وضعين أعنى فى الطول ل هى المقايسة الجزئية وبتكرار ذلك يتكون مكعب الخط جميعه

المقارنة بين الحساب البسيط والحساب بالقانون المنشورى

بند ٥٥ ان الطريقة العملية المعتادة للحصول على المقايسة الجزئية هى أن يؤخذ متوسط العمقين أعنى $\frac{ى' + ى''}{٢}$ أو ى ثم انه يحسب القطاع العرضى الموافق لهذا العمق ويضرب فى الطول ل فبمقتضى ذلك يكون

$$\text{المكعب} = ل\,(ب\,ى + س\,ى^{٢})^{(١)}$$

التى فيها ب ى هو الجزء المتوسط و س ى^{٢} مثلثى الميل الجانبيين (شكل ٣٣)

ويمكن وضع هذا المقدار بكيفية أخرى لاجل المقارنة بينه و بين القانون المنشورى هكذا

---

(١) ب هنا رمزا لعرض قمة الردم أو قاع الحفر

$$\text{المكعب} = \text{ل ب} \left(\frac{\text{ى}' + \text{ى}''}{2}\right) \text{ للجزء المتوسط}$$

$$\text{والمكعب} = \text{ل س} \left(\frac{\text{ى}' + \text{ى}''}{2}\right)^2 \text{ للميول الجانبية}$$

وأما فى القانون المنشورى فيكون بحسب (بند ٤١) أن

$$\text{المكعب} = \frac{\text{ب ل}}{6}\left[\text{ى}' + 4\left(\frac{\text{ى}' + \text{ى}''}{2}\right) + \text{ى}''\right] \text{ للجزء المتوسط}$$

$$\text{و} \quad = \frac{\text{ل س}}{6}\left[\text{ى}'^2 + 4\left(\frac{\text{ى}' + \text{ى}''}{2}\right)^2 + \text{ى}''^2\right]$$

$$\text{أو} \quad = \frac{\text{ل س}}{3}\left(\text{ى}'^2 + \text{ى}''^2 + \text{ى}'\text{ى}''\right) \quad \text{للميول الجانبية}$$

فالقانون المستعمل للجزء المتوسط هو ذى مقدار متساو فى كلا الطريقتين والفرق هو فى الميول الجانبية هكذا

$$\left\{\frac{\text{ل س}}{3}\left(\text{ى}'^2 + \text{ى}''^2 + \text{ى}'\text{ى}''\right)\right\} - \left\{\text{ل س}\left(\frac{\text{ى}' + \text{ى}''}{2}\right)^2\right\} = \frac{\text{ل س}}{12}\left(\text{ى}' - \text{ى}''\right)^2$$

أعنى أنه يتحصل على كمية أقل بالقانون البسيط $\text{ل}\left(\frac{\text{ى}' + \text{ى}''}{2}\right)^2 \text{س}$ الذى هو المستعمل عما يتحصل بالقانون المنشورى بقدر الكمية

$$\frac{\text{ل س}}{12}\left(\text{ى}' - \text{ى}''\right)^2$$

و بحسب الاحوال عندما يرى أن هذا الفرق مهم فيلزم استعمال القانون المعقد كثيرا ولكننا نريد أن نترك الاوهام وان لا نركن الاعلى الارقام ولذا سندقق الآن النظر لنرى أولا هل هـذا الفرق يستحق الشغل الزيادة والعرضة لحصول الغلط فى الحسابات أم لا

ليكن ل = ١٠٠ و س = ١٫٥٠ فهنا لو فرضـنا أن ى' ـ ى'' هو ٠٫٥٠ متر فيكون

$$\frac{\text{ل س}}{12}\left(\text{ى}' - \text{ى}''\right)^2 = ٣٫١٢٥ \text{ متر مكعب}$$

فيرى أن ٣٫١٢٥ متر مكعب لكل ١٠٠ متر من طول الترعة أو الجسر يصير ٣١٫٢٥ مترا مكعبا فى الكيلومتر الواحد وهى كمية تعادل ٤٦٩ مليما (بفرض أن الثمن المتوسط للمتر المكعب فى أشغال الحفر والردم المعتادة هو ١٥ مليما) وهذا فى الحقيقة مقدار لا يستحق أى شغل ما بالكلية ثم ان الفرق الذى فرضناه هو ٠٫٥٠ متر هو قدر متوسط موافق جدا للمسافات المتساوية التى تبلغ ١٠٠ متر ثم ان كمية الفرق تتغير بنسبة المربع (ذَ ــ ذً)٢ فلو كان ذَ ــ ذً = ٢ متر (الذى يكون من الباطل أو النادر جدا اعتباره كمتوسط)

فالفرق فى كل كيلومتر يكون فقط ٣١٫٢٥ مكررة بقدر ١٦ مرة أى ٥٠٠ متر مكعب .

والحاصل أنه على العموم تستعمل هذه الطريقة نظر السهولتها وخصوصا اذا كانت أثمان الحفر والردم رخيصة وأما اذا كانت الفيات عالية فلا بد من استعمال القانون المنشورى بسبب كونه مضبوطا جدا وقد عملت الجداول اللازمة له حتى صار الحساب به سهلا للغاية

بند ٥٦ وحيث ان القانون لا يوصلنا الى تصور بساطة هذه الطريقة فقد بينا هنا هيئة أورنيك (أورنيك مقايسة نمرة ١) لمقايسة قطاع طولى قصير لترعة محسوبا فيها مقادير المكعبات وقطاعها العرضى كالمبين فى (شكل ٣٣)

فالارقام التى فى عمود ١ تؤخذ من دفتر الميزانية والاوضاع منمرة بحيث ان أى نمرة منها لو ضربت فى طول القطاع بين وضعين فيدل على الوضع فى نهاية ذلك القطاع فى التخطيط بالعدمن نقطة المبدأ فمثلا اذا كان ١٠٠ متر هى المستعملة كمسافة بين الاوضاع فنعلم أن نهاية وضع نمرة ٤٠ هو ٤٠٠٠ متر من نقطة المبدأ .

والارقام التى فى عمود نمرة ٢ مأخوذة أيضا من دفتر الميزانية لغاية الرقم الاول الاعشارى فقط

ثم ان القطاع الطولى المرسوم بالمناسيب بين الاجزاء التى فى الحفر وهى مسبوقة بعلامة ناقص فى هذا العمود

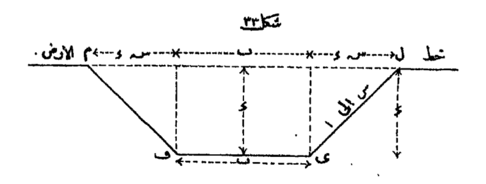
أورنيك مقايسة (نمرة ١)

١ نمرة الوضع	٢ العمق فى الوضع	٣ العمق المتوسط ى	٤ مساحة الجزء المتوسط ب ى	٥ مساحة الميول الجانبية س ى٢	٦ المساحة الكلية ب ى + س ى٢	٧ المسافة بين الاوضاع ل	٨ المكعبات = المساحة × ل حفر	 ردم	ملحوظات
٣٨	٣٫٧٠	..	..	..	..	١٠٠	..	..	ب=٣متر و س=٢
٣٩	٢٫٨٠	٣٫٢٥	٩٫٧٥	٢١٫١٢	٣٠٫٨٧	..	..	٣٠٨٧	
٤٠	٢٫٩٠	٢٫٨٥	٨٫٥٥	١٦٫٢٤	٢٤٫٧٩	..	..	٢٤٧٩	
		١٫٤٥	٤٫٣٥	٤٫٢٠	٨٫٥٥	٥٧	..	٤٨٧	
٤١	—٢٫٢٠								
		—١٫١٠	٣٫٣٠	٢٫٤٢	٥٫٧٢	٤٣	٢٤٦	..	
٤٢	—٢٫٨٠	—٢٫٥٠	٧٫٥٠	١٢٫٥٠	٢٠٫٠٠	١٠٠	٢٠٠٠	..	
٤٣	—٤٫٣٠	—٣٫٥٥	١٠٫٦٥	٢٥٫٢٠	٣٥٫٨٥	..	٣٥٨٥	..	
٤٤	—٠٫٢٠	—٢٫٢٥	٦٫٧٥	١٠٫١٢	١٦٫٨٧	..	١٦٨٧	..	
		—٠٫١٠	٠٫٣٠	٠٫٠٢	٠٫٣٢	٢٥	٨	..	
٤٥	٢٫٧٠								
		١٫٣٥	٤٫٠٥	٣٫٦٤	٧٫٦٩	٧٥	..	٥٧٧	
٤٦	٣٫٢٠	٢٫٩٥	٨٫٨٥	١٧٫٤٠	٢٦٫٢٥	١٠٠	..	٢٦٢٥	
نقل بعده							٧٥٢٦	٩٢٥٥	

الحالة الاولى ــ جميعـــه حفـــر

المساحة = ب ٤ + س ٤٢

شكل ٣٣



وأما عمود نمرة ٣ فيملأ من عمود ٢ مثلا لوضع ٤٠ يتحصل $\frac{٢٫٩٠ + ٢٫٨٠}{٢}$ أو ٢٫٨٥ العمق المتوسط وأما قطاع نمرة ٤١ فبعضه فى الردم وبعضه فى الحفر والعمق المتوسط للردم هو $\frac{٢٫٩٠}{٢}$ أو ١٫٤٥ وطوله يؤخذ من القطاع الطولى المرسوم بالكيفية الاتية ويتعين هذا الطول بقانون (١) بند (١٤) هكذا

اذا كان ك هو ارتفاع الردم الذى هو موجب و ى ارتفاع الحفر الذى هو سالب حينئذ يكون طول الجزء من ل القريب من ك هو $\frac{ك ل}{ك + ى}$ والجزء الآخر هو $\frac{ى ل}{ك + ى}$ وفى الحالة التى نحن بصددها أى فى حالة قطاع نمرة ٤١ يؤل هذان المقداران الى $\frac{١٤٥}{١٫٤٥ + ١٫١٠}$ و $\frac{١١٠}{١٫٤٥ + ١٫١٠}$ أى تقريبا عبارة عن ٥٧ و ٤٣

وعمق الجزء الكائن فى الحفر هو $-\frac{٢٫٢٠}{٢}$ أو $-$ ١٫١٠ ويسبق بعلامة ناقص كما فى العمود الذى قبله ليظهر أنه فى الحفر وأن طوله يستنتج أيضا من القطاع الطولى بالكيفية السابقة

والشئ الذى يحتاج اليه فقط أن يتحقق من أن مجموع الطولين فى الحفر والردم يساوى ١٠٠ متر ويلزم قراءة ٠٫٠٠ فى نقطة الانفصال ويستعمل الطول الحقيق المستخرج من الحساب لكل منهما ويمكن عمله بارقام أصغر فى السطر بعينه وذلك لحفظ نمرة الوضع بعينها فى كل وتد كما يجب أن يرتب ذلك فى جميع المقايسات

ويملأ عمود ٤ عند تمام السابق له بضرب العمق المتوسط فى كل حالة فى عرض الجسر الذى هو كمية ثابتة

وأما عمود ٥ فيمكن ملأه بسهولة بمساعدة (جدول نمرة ٥ لمسائح الميول) وينبغى مراجعة عمود ٣ فى كل حالة لاجل التيقن من مقدار العمق المتوسط

ويتكون عمود ٦ من مجموع عمودى ٤ و ٥

أما عمود ٧ فانه يعطى طول كل قطاع وهذا الطول لاجل المناسبة محدد بقدر ١٠٠ متر واذا وجدت أعداد غير متساوية فهى تشير الى القطاعات التى بعضها فى الحفر وبعضها فى الردم ويجب أن مجموع الاثنين يكون مساويا الى طول القطاع الكلى كما سبق التنويه عن ذلك قريبا

وأما عمود ٨ فهو حاصل ضرب العمودين ٦ و ٧

فما سبق توضيحه تعلم أننا لم نكتب رقما واحدا لغير ضرورته وكل رقم لازم فى الحسابات كتب بمحله الخاص ويمكن لأى شخص آخر مراجعة العمل بدون استعمال فرخ ورق آخر وهذه هى من أهم الفوائد ولنعلم أنه فى جميع الحسابات لا يلزم استعمال قطع من الورق وترمى بعد ذلك بل الواجب أن تعمل الحسابات الضرورية من نفس المعالم وتوضع فى المحل المنتظم المعد لكل منها حتى أن جميع العمل المنتهى يتقيد كل فى خانته لمراجعته وبذا يقتصد فى الشغل سواء كان ابتدائيا أو ختاميا

هذا وقد فصلنا كثيرا فى هذا الموضوع البسيط بسبب أنه يعتبر أساسا لجميع الاعمال الواجب القيام بها وبعبارة موجزة اعمل مقايستك على هيئة قانون جبرى بحيث يمكن ابرازها فى حيز الوجود بأسهل كيفية ووفق أرانيك المقايسات بحسب هذا القانون

بند ٥٧ ولرب سائل يقول ألم توجد جداول حفر وردم تعطى مساحة القطاع أو المكعب لجميع مقادير ء فالجواب هو أنه لا يمكن أن توجد جداول تامة فان ب يتغير لكل حالة و س يتغير أيضا وحينئذ فيكون عدد الجداول لقطاع عرضى تام لا نهاية لها

ومع ذلك فيمكننا عمل جداول لاجل سـ ىٰ حيث ان سـ ليس له مقادير معتادة كثيرة فانها فقط إما سـ = ٠٫٥٠ أو سـ = ١ أو سـ = ١٫٥٠ أو سـ = ٢ أو سـ = ٣ و ... الخ

وفى حالة ما تكون المقايسة طويلة فالطريقة الاسهل ما يكون هو أن يعمل جدول بمقادير ب ى لجميع المقادير المنتظرة الى ى ثم يملأ منه عمود ب ى وأسرع كيفية لعمل ذلك هو أن ندخل مقادير ى كما فى (جدول نمرة ٢) الآتى بين الحدود المنتظرة وعندما تحسب مقادير ب ى لاول قيد يكتب ٠٫١ مرات ب على الجزء السفلى لقطعة من الورق ثم أوضعها فوق أول قيد لاضافتها عليه لينتج القيد الثانى وحول القطعة الورق الى أسفل مقدار سطر واحد لتكون فوق الثانى وأجمعها عليه فينتج القيد الثالث وهلم جرا مع المراجعة فى كل حسبة للتيقن من صحتها واذا كنت مستعملا الرقم الثانى الاعشارى فالذى يكتب على الجزء السفلى للقطعة الورق هو ٠٫٠١ مرات ب انظر (جدول نمرة ٢) ولقد ذكرت هذه الطريقة المختصرة كمثال فقط ليقاس عليه وبواسطتها يسهل عمل كل الحسابات التالية اذ متى تحصلنا على (جدول نمرة ٢) أى مقادير ب ى وأيضا على جداول الميول أى مقادير سـ ىٰ فتتحصل المكعبات بكيفية سريعة جدا ترتاح اليها العقول السليمة بل ربما تندهش من بساطتها

فاذا كان عندك مقايسة طويلة فبدلا عن الملأ فى (أورنيك مقايسة نمرة ١) لجميع المقايسة يستمر فى الكتابة

أقول أن أحسن طريقة لك هى أن تعمل جدولا من نوع هذا الاورنيك لجميع مقادير ك المتوقعة الى ى مباشرة ثم فى مقايستك الطويلة يمكنك أن تستعمل أورنيك جديد أو مشابها له مع حذف أعمدة ب ى و سـ ىٰ والمساحة وتملأ فقط فى خانة المكعب الكلى مباشرة على التوالى الا أنه هنا يحتاج الى (أورنيك مقايسة نمرة ١) لعمل جدول المكعبات لكل مقدار الى ى أو بعبارة أخرى تجد استعمال (أورنيك مقايسة نمرة ١) هو أسهل طريقة تقدر أن تعملها

(جـدول نمرة ٢)

ى	ب ى	ى	ب ى	ى	ب ى	واخ
٠ر٠١	٠ر٠٠		٠ر٠٣			ب = ٣ر٠٠
٠ر٠٢	٠ر١٠		٠ر٠٦			طريقة — يدخل مقادير ى لعمود واحد
٠ر٠٣	٠ر١٠		٠ر٠٩			ثم يملأ عمود ب ى بوضع الاعشارى
٠ر٠٤	٠ر١٠		٠ر١٢			فى العمود التالى من جهة اليسار كالمبين
٠ر٠٥	٠ر٢٠		٠ر١٥			فى عمود ٤ باضافة ٣ر٠٠ على التوالى
٠ر٠٦	٠ر٢٠		٠ر١٨			جميع ذلك يكون بالرصاص ثم يصحح بالحبر
٠ر٠٧	٠ر٢٠		٠ر٢١			الى الرقم الاول الاعشارى الاقرب مايكون
٠ر٠٨	٠ر٢٠		٠ر٢٤			ثم يزال الاعشارى الرصاص ويستمر
٠ر٠٩	٠ر٣٠		٠ر٢٧			فى العمود التالى
٠ر١٠	٠ر٣٠		٠ر٣٠			
٠ر١١	٠ر٣٠		٠ر٣٣			
٠ر١٢	٠ر٤٠		٠ر٣٦			
٠ر١٣	٠ر٤٠		٠ر٣٩			
٠ر١٤	٠ر٤٠		٠ر٤٢			
٠ر١٥	٠ر٥٠		٠ر٤٥			
٠ر١٦	٠ر٥٠		٠ر٤٨			
٠ر١٧	٠ر٥٠		٠ر٥١			
٠ر١٨	٠ر٥٠		٠ر٥٤			
٠ر١٩	٠ر٦٠		٠ر٥٧			
٠ر٢٠	٠ر٦٠		٠ر٦٠			
الخ	الخ		الخ			

بند ٥٨ قد شاهدنا على العموم أن جداول س ر ئ نافعة جدا حتى انى أجريت حسابها ووضعها فى آخر الكتاب وقد حسبتها من ١٠ر٠ متر الى ١٠ر٠ متر لغاية ارتفاع ٠٠ر١٠ متر برقين اعشاريين فقط للخمسة ميول المستعملة وهى

$\frac{1}{2}$ الى ١ و ١ الى ١ و $\frac{1}{2}$١ الى ١ و ٢ الى ١ و ٣ الى ١

هذا وبواسطة الطرق التى ذكرناها الآن وأوقفناك عليها لاتوجد أية صعوبة على الكتبة فى اجراء حساباتهم مثل ذى قبل ومن الضرورى امتداد أرانيك المقايسات كثيرا القطاعات العرضية الصعبة الحساب فاجراء كل منها يصير بسيطا جدا والذى يصير تكثيره فقط هو عدد أعمدة الارانيك المذكورة

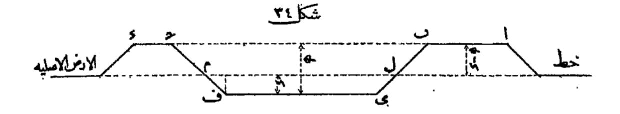
بند ٥٩ فلنأخذ قطاعا أصعب بكثير عن القطاع الاول وليكن ترعة ذات عرض قاع معلوم ب وميول جانبيها س الى ١ وعرض الجسرين مع بعضهما ع من أعلا بارتفاع هـ فوق القاع وهما يعملان كلما كان عمق الحفر أقل من هـ والارتفاع هـ هذا هو ثابت وهو بالطبع ارتفاع مقرر ويكون فوق استواء تمام الرى بقدر ٥٠ر٠ أو ٠٠ر١ متر وتارة يكون الجميع حفر أو الجميع ردم أو كلاهما (انظر أشكال ٣٣ و ٣٤ و ٣٥) وهناك قد يتأتى أن توجد أتربة كثيرة تحفر والتى ترتب على هيئة جسر جانبى أو قد توجد أتربة قليلة جدا لاتكفى الجسرين حتى أن الكمية التى تلزم لتكميلهما تؤخذ من حفر جانبيه وحيث ان هذه الاتربة الزيادة والحفر الجانبية يلزم ترتيبها لا لمعرفة الكمية الكلية للشغل الترابى فقط بل لانه من اللازم أن المقايسة تعطينا جميع التفاصيل بالمقدار ويجب عمل ذلك خصوصا اذا كانت المقايسة تفصيلية أو ختامية أما اذا كانت المقايسة تقريبية ليس الا فاننا لانحتاج الا الى معرفة المقدار الكلى والطريقة الواجبة الاتباع فى كل حالة مما ذكر هى أن يحسب فى كل طول قطاع كلا من المجرى المحفور أو الجسور المعمولة بحسب ما يكون أيهما أعظم مقدارا فلنفرض مثلا ترعة ذات أبعاد معلومة وبعد عمل بعض تجارب قليلة تعين عمق الحفر الذى يعطى ترابا

الحالة الثانيـة – جزء حفـر وجزء ردم

المساحة = ب د + س د² + ع (هـ – د) + ٢ س (هـ – د)²

اب + حد = ع

شكل ٣٤

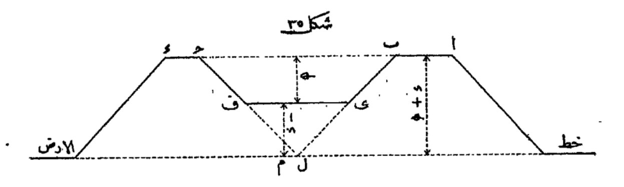


الحالة الثالثـة – جميعـه ردم

المساحة = ع (هـ + د) + ٢ س (هـ + د)² – (شكل ى ل م ف / ب د – س د²)

اب + حد = ع

شكل ٣٥



كافيا على قدر لزوم الجسرين فقط ولنسمى هذا العمق ے فحينئذ كلما كان العمق أكبر من ے فاننا نحسب الحفر فقط وكلما كان أقل من ے فنحسب الجسور المعمولة فقط

بند ٦٠ القانون الجبري العمومي لقطاع بهذه التفاصيل الذى يشمل كل هذه الحالات هو

المجرى المحفور ...... ب ى + س ى٢ كما سبق

الجسور .... ع (هـ ـ ى) + ٢ س (هـ ـ ى)٢

وتكون هيئة المقايسة اللازمة هى (كأورنيك المقايسة نمرة ٢) أما توفيق المعادلة المذكورة أعلاه وملأ خانات مقايستها فهو أمر بسيط جدا كما فى (أورنيك مقايسة نمرة ١) غاية ما هنالك أن الحسابات أطول على نوع ما وقد حذف العمود المخصص للضرب فى ل المبين فى (مقايسة أورنيك نمرة ١) من هذه وفى (أورنيك مقايسة نمرة ٣) أيضا حيث ان ل هو دائما ١٠٠ متر وبهذه الكيفية لا يحتاج الى هذا العمود ويمكن اضافته طبعا اذا استعمل طول آخر

بند ٦١ وقد أعطى فى (أورنيك مقايسة نمرة ٢) مثل مركب من عشرة أوضاع بين جميع الحالات التى يمكن أن تحصل فالثلاث أعمدة الاول تعطينا كما سبق مقادير ى والخطوة التالية هى ملأ العمود H أو هـ ـ ى مع حذف المدونات عندما يكون ى أكبر من هـ أو هـ ـ ى سالبا وفى هذه الحالة لا يوجد فى الحقيقة جسر وبهذه الكيفية لا تعمل حسابات ما وبكيفية مشابهة عندما تكون ى هى السالبة فلا تعمل حسابات للمجرى حيث لا يوجد حينئذ مجرى حقيق محفور ويكون من الضرورى ادخال المقادير السالبة لمقدار ى للحصول على هـ ـ ى الذى يكون فى هذه الحالة مساويا لمجموع هـ و ى

(أورنيك مقايسة نمرة ٢) مثال ب = ٤ متر و س = ١٫٥٠

الأوضاع	العمق في الوضع	العمق المتوسط في الوضع	المجرى ب ى أو الحفر الوسطاني جدول (٢)	المجرى س ى² أو ميول الحفر جدول (٥)	المجرى (ب ى + س ى²) × ل المكعب	الارتفاع المتوسط للجسر (هـ — ى)
		A	B	C	D	G
٠	٢٫٧٠	...	...	...	...	...
١	٢٫٦٠	٢٫٦٥	١٠٫٦٠	١٠٫٥٣	٢١٫١٣	٠٫٣٥
٢	٣٫٤٠	٣٫٠٠	١٢٫٠٠	١٣٫٥٠	٢٥٫٥٠	...
٣	٤٫٨٠	٤٫١٠	١٦٫٤٠	٢٥٫٢١	٤١٫٦١	...
٤	٤٫٤٠	٤٫٦٠	١٨٫٤٠	٣١٫٧٤	٥٠٫١٤	...
٥	٣٫٣٠	٣٫٨٥	١٥٫٤٠	٢٢٫٢٣	٣٧٫٦٣	...
٦	٢٫٢٠	٢٫٧٥	١١٫٠٠	١١٫٣٤	٢٢٫٣٤	٠٫٢٥
٧	١٫٧٠	١٫٩٥	٧٫٨٠	٥٫٧٠	١٣٫٥٠	١٫٠٥
٨	١٫٥٠	١٫٦٠	٦٫٤٠	٣٫٨٤	١٠٫٢٤	١٫٤٠
٩	—٢٫٣٠	٠٫٧٥ ١٫١٥	٣٫٠٠ ...	- ٠٫٨٤ ...	٣٫٨٤ ...	٢٫٢٥ ٤٫١٥
١٠	—٣٫٦٠	—٢٫٩٥	...	...	...	٥٫٩٥

هـ = ٣ متر و ع = ٦ متر حينئذ يكون ى = ١,٧٨ متر

الجسرين			مكعب الاتربة الزائدة	مكعب الحفر الجانبية	الحفر الكلى
ع (هـ — ى) أو الجزء المتوسط للجسرين (جدول ٢)	٣س (هـ — ى)٢ أوميول الجسرين (جدول ٥)	ع (هـ — ى) + ٣(س هـ — ى)٢ × ل المكعب			
H	I	K	L	M	N
...	...	...	...	...	...
٢,١٠	٠,٣٧	٢,٤٧	١٨,٦٦	...	٢١,١٣
...	...	...	٢٥,٥٠	...	٢٥,٥٠
...	...	...	٤١,٦٠	...	٤١,٦٠
...	...	...	٥٠,١٤	...	٥٠,١٤
...	...	...	٣٧,٦٣	...	٤٥,٧٨
١,٥٠	٠,١٩	١,٦٩	٢٠,٦٥	...	٢٢,٣٤
٦,٣٠	٣,٣٠	٩,٦٠	٣,٩٠	...	٢٣,٥٠
٨,٤٠	٥,٨٨	١٤,٢٨	...	٤,٠٤	١٤,٢٨
١٣,٥٠	١٥,١٩	٢٨,٦٩	...	٢٤,٨٥	٢٨,٦٩
٢٤,٩٠	٥١,٦٧	٧٦,٥٧	...	٧٦,٥٧	٧٦,٥٧
٣٥,٧٠	١٠٦,٢٢	١٤١,٩٢	...	١٤١,٩٢	١٤١,٩٢

بند ٦٢ ثم أن العمودين L و M لاتربة الجسر الجاني والحفر الجانبية هما في الحقيقة فرق عمودى D و K على حسب ما يكون أحدهما أكبر من الآخر وأن عمود M هو الحفر الكلى وهو الذى يدوّن إما فى عمود D أو فى عمود K على حسب ما يكون أيهما الاكبر كما ذكر

بند ٦٣ هذا وأن كل عمود يمكن ملأه بواسطة أى كاتب وكذلك الجداول المعمولة لاجلها هذه الاعمدة أيضا وذلك باتباع الطريقة بعينها بغاية الضبط كما سبق و يتذكر على الدوام أن يعمل العمود الواحد فى آن واحد الى أسفل الورقة وليس بعرضه يعنى أن جميع المقيد من النوع الواحد يعمل مرة واحدة ثم نوع آخر وهلم جرا فهكذا يكون من الضرورى السير خطوة بخطوة لكى يمكن مراجعة وتحقيق كل عمود منها

و يرى أن أورنيك المقايسة هذا لم يشتمل على الحالة التى يكون فيها ردم بين الجسرين عندما يكون القاع أعلا من الارض الاصلية يعنى أن المثلث ى ل م ف أو كما يكون عادة شبه منحرف (انظر شكل ٣٥) فالمساحة تكون فقط هى

ن ى ــ س ى٢

و يمكن تقييدها عند الارادة بأرقام صغيرة أو بعلامة سالبة لتمييزها عن حفر المجرى فى العمودين B و C والفرق يؤخذ الى عمود K وبعد ذلك لا يوجد حينئذ تقييدات أخرى فى عمودى B و C حيث أن ى هو سالب فى هذه الحالة

بند ٦٤ اذا كنا جارين عمل مقايسة تقريبية باستعمال ح فتملأ إما خانات مجرى الترعة أو الجسرين وأخذها الى خانة الجملة الكلية وترك الاعمدة الاخرى على بياض وفى هذا المثال ح = ١٫٧٨ حتى أنه فى السبعة مدوّنات الاولى يحسب فقط الحفر والاربعة الاخيرة الجسرين فقط

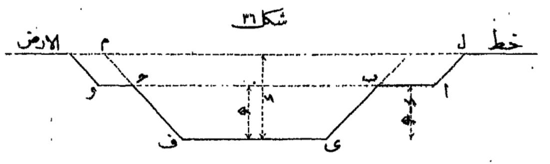
الحالة الرابعـــة ـ باستعواض الحالة الاولى أى بعمل ممرين

ا ب + حـ و = ر مقطوعة على ارتفاع هـ من القاع

المساحة = ب ى + س ى٢ + ر (ى ــ هـ)

ا ب + حـ و = ر

شكل ٣٦



بند ٦٥ اذا تقدّمنا خطوة واعتبرنا حالة قطاع أصعب من السابق أعنى بتعويض (شكل ٣٦) بدلا من (شكل ٣٣) أى بعمل ترتيب لحفر ممرين أو طريقين عرضهما ر على ارتفاع ثابت هـ عندما يزيد ى عن هـ وحينئـذ فيكون (أورنيك مقايسة نمرة ٣) الذى يزيد فقط عمودا أو عمودين على (أورنيك مقايسة نمرة ٢) يعطينا كل شئ ولنبين هنا المعادلات الجبرية للثلاث حالات الممكنة للقطاع كما فى الاشكال

المجرى المتوسط ...... ب ى + س ى٢

الممـــرين .... ر (ى ــ هـ)

الجسرين .... ع (هـ ــ ى) + ٢ س (هـ ــ ى)٢

والاورنيك هو كما سبق فقط توجد أعمدة كثيرة منفصلة واذا اتبعت القاعدة بعينها كما سبق بمعنى عدم عمل حسابات فى ذلك العمود المخصوص عندما يكون ى أو ى ــ هـ أو هـ ــ ى فى العنوان سالبة لجميع الاشياء حينئذ تكون تمام وهى بالضبط كما سبق للجزء المتوسط والجسرين واذا كان (ى ــ هـ) فى الممرين سالبا فلا يوجد شئ حيث ان ى تكون أصغر من هـ أعنى يكون عبارة إما عن (شكل ٣٠) أو (شكل ٣٣)

(أورنيك مقايسة نمرة ٣)

مدونات دفتر الميزانية	حفر المجرى				حفر الممرين		مقدار الجسرين				كمية الاتربة الزائدة	مكعب الحفر الجانبية	الحفر الكلى
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K	L	M	N
يكتب هنا أعمدة بقدر مايرى ضرورة لذلك وجميع مايحتاج اليه للقايسة هو نمرة الوضع وعمق الحفر فى الوضع ومن ذلك ى أو العمق المتوسط فى الطول ينقل الى عمود A	ى	ب ى	س ى٢	C+B	ى ــ ه	E × ر	ه ــ ى	ع (ه ــ ى)	٢س (ه ــ ى)٢	I+H	K−F+D	D−K	M+F÷D

ملحوظة ــ ب = عرض القاع و ر = عرض الممرين و ع = عرض الجسرين

ثم ان الاعمدة من A لحد K تملأ كما سبق كل واحد على حدته فى آن واحد وحينئذ تكون الاتربة الزائدة عبارة عن عمودى D و F ناقص عمود K أو بالاولى هى D + F أو D − K حيث لا يمكن أن تدوّن فى عمودى F و K فى السطر بعينه أو بعبارة أخرى فى الطول ١٠٠ متر بعينه من الترعة واذا كان K أكبر من D فهذا يدل على أن الحفر أخذ من حفر جانبيه وهو ضرورى لتتميم الجسرين ويقيد فى عمود M وأخيرا تعطى الجملة الكلية فى خانة N بتكوين المجموع D + F + M أو بالاولى D + F أو D + M حيث ان D + F لا تحصل فى السطر بعينه

بند ٦٦ هذا وتطبق الملاحظات السابقة بعينها ولا شغل يضيع سدًا وأن أى كاتب يمكنه عمل كل عمود بالتوالى واذا كان بطيأ جدا يوضح له أحد هذه الاعمدة ويترك لعمله أولا ثم يسأل كيف يمكنه ملء العمود الذى يليه واذا كان لا يحتاج الا الى تفاصيل قليلة فيمكن حذف أعمدة أيضا كما فى حالة (أورنيك مقايسة نمرة ٢) ويمكن أيضا الشغل هنا بواسطة ے كما سبق

بند ٦٧ — أى شكل آخر للقطاع يمكن توضيبه بالكيفية بعينها ويرتب اورنيك جدول المقايسة ليوافق القانون الجبرى لهذا القطاع

أورنيك عمومى لمقايسة الترع

بند ٦٨ — هذا وان صعوبة تقدير مقاسات الحفر والردم بصحة وبسرعة فى الاطوال المختلفة للترع فى كل ١٠٠ متر أو ٢٠٠ متر هى كبيرة جدًا وأن الشغل لا يمكن عمله مقتصدا بجداول الحفر والردم المنتظمة

فقد شرحنا هنا هيئة أورنيك عمومى لمقايسات الترع وهو يشمل جميع الحالات المتغيرة للقطاعات العرضية المبينة فى (أشكال ٣٣ و ٣٤ و ٣٥ و ٣٦) وهو يوافق الترع والسواقى ذات الابعاد المختلفة

(أورنيك مقايسة نمرة .

مسافات كلية	نمرة الوضع ن (١)	الجزء الداخلى: عرض القاع ب (٢)	ارتفاع الحفر د (٣)	مساحات: ب × د ب × د (٤)	مساحات: ميل ١ الى ١ س د² (٥)	مساحات: الجملة (٦)	المسافة (٧)	مكعبات (٨)	ارتفاع الحفر الوفرى (٩)
	١	٤٫٠٠	٢٫٠٥	٨٫٢٠	٤٫٢٠	١٢٫٤٠	٢٠٠		٢٫٠٥
	٢		٣٫٠٤	١٢٫١٦	٩٫٢٤	٢١٫٤٠			
	٣		٢٫٨١	١١٫٢٤	٧٫٩٠	١٩٫١٤			
	٤		٢٫٧١	١٠٫٨٤	٧٫٣٤	١٨٫١٨			
١٠٠٠	٥		٢٫٤٤	٩٫٧٦	٥٫٩٥	١٥٫٧١		١٧٣٦٦	
	٦		٢٫١٤	٨٫٥٦	٤٫٥٨	١٣٫١٤			
	٧		٢٫٥٨	١٠٫٣٢	٦٫٦٦	١٦٫٩٨			
	٨		٢٫٦٦	١٠٫٦٤	٧٫٠٧	١٧٫٧١			
	٩		٢٫٣٠	٩٫٢٠	٥٫٢٩	١٤٫٤٩			
٢٠٠٠	١٠		٢٫٦٥	١٠٫٦٠	٧٫٠٢	١٧٫٦٢		١٥٩٨٨	
	١١	٣٫٠٠	٣٫٢٥	٩٫٧٥	١٠٫٥٦	٢٠٫٣١			٢٫١٦
	١٢		٣٫٢٢	٩٫٦٦	١٠٫٣٧	٢٠٫٠٣			
	١٣		٣٫٣٤	١٠٫٠٢	١١٫١٥	٢١٫١٧			
	١٤		٣٫١٦	٩٫٤٨	٩٫٩٨	١٩٫٤٦			
٣٠٠٠	١٥		٢٫٨٥	٨٫٥٥	٨٫١٢	١٦٫٦٧		١٩٥٢٨	
	١٦		٢٫٩٠	٨٫٧٠	٨٫٤١	١٧٫١١			
	١٧		٢٫٥٤	٧٫٦٢	٦٫٤٥	١٤٫٠٧			
	١٨		٢٫٠٦	٦٫١٨	٤٫٢٤	١٠٫٤٢			
	١٩	٢٫٠٠	١٫٢٩	٢٫٥٨	١٫٦٦	٤٫٢٤			٢٫٢٨
٤٠٠٠	٢٠		٠٫٧٥	١٫٥٠	٠٫٥٦	٢٫٠٦		٩٥٨٠	
	٢١		..	..					
	٢٢		..	..					
	٢٣		..	..					
	٢٤		٠٫٦٠	١٫٢٠	٠٫٣٦	١٫٥٦			
٥٠٠٠	٢٥		٠٫٩٠	١٫٨٠	٠٫٨١	٢٫٦١		٨٣٤	
							الجملة	٦٣٢٩٦	..

وهو أورنيك عمومى لمقايسات الترع

الجزء الخارجى											
	عرض قمة الجسر						مساحات				
	الايمن	الايسر					ميل ١/٢ الى ١	الجمله	تنزيل المجرى	الباقى اللازم	مكعبات
E	R	L	W	E	G	W×G	سG²		ح(ح+ب)		
(١٠)	(١١)	(١٢)	(١٣)	(١٤)	(١٥)	(١٦)	(١٧)	(١٨)	(١٩)	(٢٠)	(٢١)
٣٫	٢٫٠٠	٣٫٠٠	١٦٫٠٠	٠٠	١٫٤٥	٢٣٫٢٠	٣٫١٥	٢٦٫٣٥	٢٦٫٢٥		
٣٫٥	٢٫٠٠	٣٫٠٠	١٥٫٠٠		١٫٤٤	٢١٫٦٠	٣٫١١	٢٤٫٧١	٢٢٫٧٥	١٫٩٦	
			١٤٫٠٠		٢٫٢١	٣٠٫٩٤	٧٫٣٣	٣٨٫٢٧	١٩٫٢٥	١٩٫٠٢	
					٢٫٧٥	٣٨٫٥٠	١١٫٣٤	٤٩٫٨٤		٣٠٫٥٩	١٠٣١٤
٣٫٥	٢٫٠٠	٣٫٠٠	١٤٫٠٠		٣٫٥٠	٤٩٫٠٠	١٨٫٣٧	٦٧٫٣٧	١٩٫٢٥	٤٨٫١٢	
				٠٫١٦	٣٫٦٦	٥١٫٢٤	٢٠٫١٠	٧١٫٣٤		٥٢٫٠٩	
					٣٫٥٠	٤٩٫٠٠	١٨٫٣٧	٦٧٫٣٧		٤٨٫١٢	
					٢٫٩٠	٤٠٫٦٠	١٢٫٦١	٥٣٫٢١		٣٣٫٩٦	
					٢٫٦٠	٣٦٫٤٠	١٠٫١٤	٤٦٫٥٤		٢٧٫٢٩	٤١٩١٦
											٥٢٢٣٠

والميول الجانبية المبينة فى (أورنيك مقايسة نمرة ٤) هذا هى المعتاد استعمالها كثيرا فى الانشاء ويمكن تغيير الاورنيك ليوافق أى ميل جانبى مطلوب

وهذا الاورنيك يمكن استعماله مع الفائدة بمعرفة اثنين كتبة يشتغلان مع بعضهما بعد تعليم قليل وقد أعطينا أمثلة قليلة لبيان هذه الطريقة فأحد الكاتبين يمسك القطاع الطولى (لوحة ١) فى يده ويقرأ الكاتب الثانى مدونات الأعمدة ٢ و ٣ و ١٠ الى ١٢ و ١٤ والتدوين فى عمود ٣ هو ضرورى فى كل وقد حالما يكون القاع أسفل الارض الاصلية وأما ١٤ فيمكن ادخاله فقط حينما يكون القاع فى الردم وذلك نادر الحصول ثم ان الاعمدة ٢ و ١٠ و ١١ و ١٢ يحتاج لتقييدها فقط فى الحالة التى فيها تلك الابعاد متغيرة فى القطاع الواحد وبعد عمل جميع الأعمدة وتدوينها يلزم مراجعتها ثم ان الحفر الوفرى يمكن حسابه بتجربة لكل تغير فى أى الأبعاد ٢ و ١٠ و ١١ و ١٢ اذا كان لم يملأ عموده سابقا كرشد لهندسة الترعة

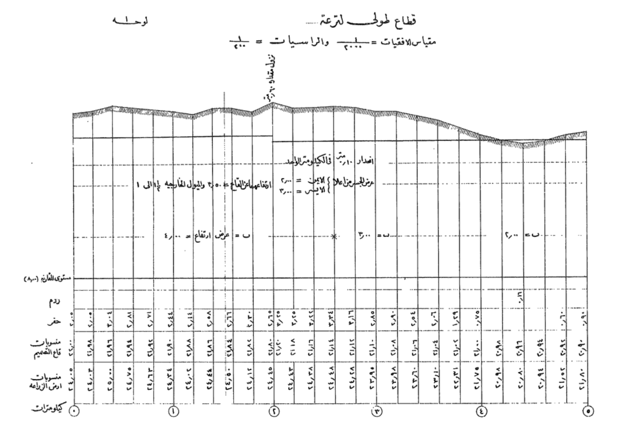
وعندما تكون أعماق الحفر مساوية أو أزيد من العمق الوفرى فلا يكون من الضرورى اجراء الحسابات بعد عمود ٨ حيث أن العمق الوفرى ينتج عنه أتربة كفاية للجسرين

ثم ان الأعمدة الباقية تتضمن حسابا بسيطا ويمكن كتابتها مباشرة واذا كان أحد الكتبة يستعمل جدول الضرب الجدولى[1] فالكاتب الآخر يقيد النواتج كما تقال له والعمودين ٨ و ٢١ يحتاج فقط لتقييدهما فى كل ١٠٠٠ متر

ومما تقدم يظهر أن اجراء الحساب بهذه الطريقة طويل ولكنه فى العمل بسيط جدا وشغل قويم مستقيم ومعظم المدونات بالجدول يرى أنها من المساعدات الكبرى عندما يجرى تخطيط الشغل على الارض

---

(١) ان جداول كريل *"Crellés tables du Calcul"* هى كتاب مناسب لهذا الغرض وباستعمالها يتوفر مقدار عظيم من الحساب العملى وهو يوجد بمكتبة *George Reimer, Libraire-Editeur, Berlin.*

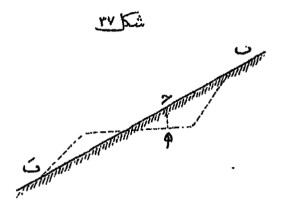

لوحة
قطاع طولى لترعة ......
مقياس الافقيات = ١/٢٠٠٠ والراسيات = ١/٢٠٠
نزول مقداره ٠٫٦٠ متر
انحدار ٠٫١٠ متر فى الكيلومتر الواحد
عرض الجسر من اعلا { الايمن = ٢٫٠٠ الايسر = ٣٫٠٠
ارتفاعهما عن القاع = ٣٫٥٠ والميول الخارجيه ١½ الى ١
ب = عرض ارتفاع = ٤٫٠٠
ب = ٣٫٠٠
ب = ٢٫٠٠
مستوى المقارنة (٨٫٠٠)
ردم
حفر
منسوبات قاع التصميم
منسوبات ارض الزراعه
كيلومترات
٠
١
٢
٣
٤
٥

الاراضى المائلة

بند ٧٠ ماذكر لحد الآن بهذه الطريقة هو خاص بالحالة التى فيها الارض مستوية أى ليس لها ميل عرضى ولنعتبر الآن الحالات التى فيها ذلك

فأولا ليكن الميل العرضى كخط مستقيم كما فى (شكل ٣٧) وهذه الحالة توجد فى الطرق الجبلية وربما فى بعض حالات أخرى فيكون من الضرورى اعتبار هذا الميل

شكل ٣٧



فالمعالم التى تعطيها الميزانية على كل وتد فى خط محور الطريق تكون هى ارتفاع أو عمق سطح الطريق من الوتد أى ح ه والميل العرضى للارض الذى يعلم إما بمعلومية منسوبين كما هى العادة أو بالزاوية والمراد حينئذ هو معرفة مساحة الحفر والردم فى الوضع الواحد وأيضا المسافات ح ب و ح بَ على الارض المائلة

فالطريقة الوحيدة الكافية لعمل ذلك هى أن يرسم شكل القطاع مكبرا ويعمل المقاس عليه حيث ان الحسابات هى متعبة وكثيرة العمل والغلط لأن المعالم هى نفسها ليست مضبوطة ضبطا حقيقيا وعلى ذلك فالقياسات من القطاع هى مضبوطة كما يحتمل أن تكون حقيقية كالحسابات

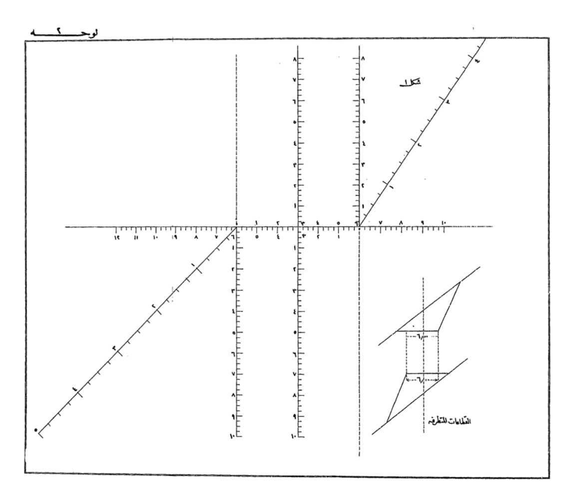
ولكن لطريق طويل ذى قطاعات كثيرة فعدد الاشكال يكون شغلا جسيما وعملا صعبا فلذلك يستحسن العمل بالطريقة المبينة فى (لوحة ٢ شكلى ١ و ٢) واورنيك مقايسة (نمرة ٥) بالبند الآتى

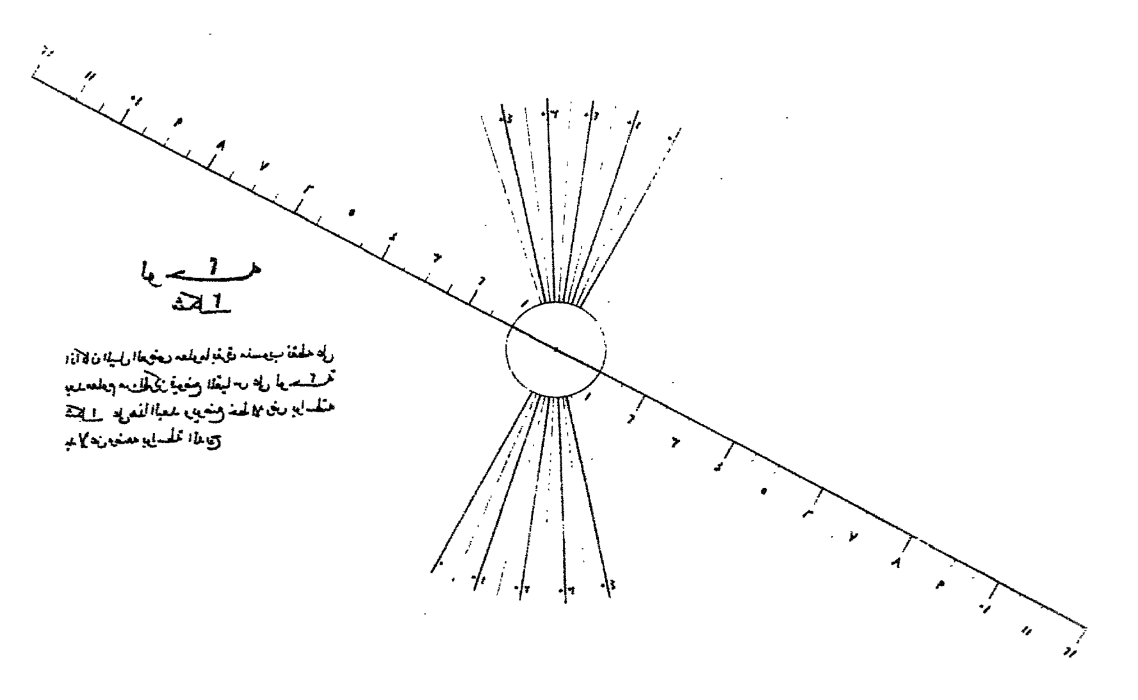
بند ٧١ قد رسم قطاع الطريق بميول غير معينة فى (شكل ١) مرقوما عليه المقاييس فالتى على الميول هى الارتفاعات الرأسية والعمق مسقوطة بالعرض ولكنها ضعف مقياس الرسم المستعمل حتى يقرأ نصف الارتفاع الحقيقى

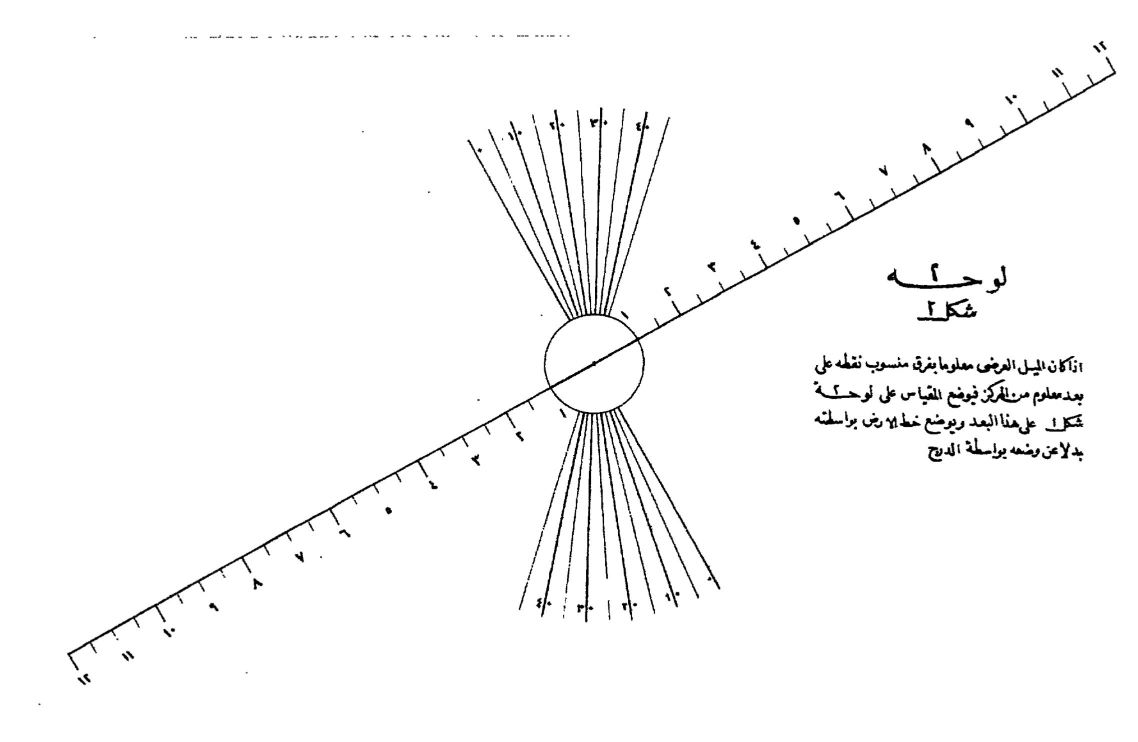
وأما (شكل ٢) الذى يلزم أن يرسم على ورق شفاف قماش فهو سطح الارض الطبيعية فنقطة المركز توضع على ارتفاع الحفر أو الردم الحقيقى على خط المحور (شكل ١) وأيضا على الميل الحقيقى للارض الطبيعية بواسطة الخطوط الزاوية المخصوصة الموجودة على الشفاف لهذا الغرض أو بتعيين ارتفاع نقطة من الارض فوق الطريق متباعدة عن محوره بقدر نصف عرضه المضبوط بالمقياس فى هذه النقطة وحينئذ فجميع الابعاد المطلوبة وأيضا القاعدة وأنصاف الرأسيات لمثلثات الحفر أو الردم يمكن قراءتها ووضعها مباشرة (بالمقايسة أورنيك نمرة ٥) وهذا لا يحتاج لأى ايضاح ما ماعدا أن الترتيب هنا هو انه اذا كان يوجد أكثر من العرض التصميمى للطريق سواء كان فى الحفر أو فى الردم فيؤخذ العرض أفقى لحد جانب التل «انظر الاشكال الموجودة فى زاوية (لوحة ٢) للقطاعات المتطرفة»

بند ٧٢ بما أن (مقايسة أورنيك نمرة ٥) تعطى مسائح القطاعات فليكن الآن ا , اَ مساحتى نهايتى طول رمزه ل وأن م هو القطاع الذى فى النقطة الوسطى (ليس هو القطاع الحقيقى ولكن بفرض أن ا , اَ متصلة بخطوط مستقيمة) وحينئذ لكعب الجزء المنشورى فاما أن نأخذ بالتقريب ل . $\frac{ا + اَ}{٢}$ أو بالضبط ل . $\frac{ا + ٤م + اَ}{٦}$ والفرق هو ل . $\frac{ا + اَ - ٢م}{٣}$ وحيث أنه يظهر أن هذا الفرق ربما يكون مقدارا لا يمكن التجاوز عنه فقد رسمنا (أورنيك مقايسة نمرة ٥) للعمل بواسطة القانون المنشورى المضبوط

لوحة ٢







لوحة ٢
شكل ٢

اذا كان الميل العرضى معلوما بفرق منسوب نقطه على بعد معلوم من المركز فيوضع المقياس على لوحة ٢ شكل ١ على هذا البعد ويوضع خط الارض بواسطته بدلا عن وضعه بواسطة الدرج

(أورنيك مقايسة نمرة ٥)

نمرة الوضع	ى	الميل العرضى: الزاوية ٥	الميل العرضى: ى فى نصف العرض	مقاسات على الميل من المركز: نصف الطريق	مقاسات على الميل من المركز: الى حافة الميل العليا	مقاسات على الميل من المركز: الى حافة الميل السفلى	مساحة الحفر: القاعدة	مساحة الحفر: ½ الارتفاع	مساحة الحفر: المساحة	مكعب الحفر: مساحتى النهايتين + ٤ أمثال الوسطى بالتفصيل	مكعب الحفر: مساحتى النهايتين + ٤ أمثال الوسطى الكلى	مكعب الحفر: المساحة المتوسطة وهى ⅙ الاخيرة	مكعب الحفر: طول	مكعب الحفر: مكعب	ملحوظات
٠	٠,٥٠	٢٥,٠	١,٩٠	٣,٢٥	٥,٣٥	٥,٠٠	٤,٠٠	١,٤٠	٥,٦٠	٥,٦٠					أورنيك مكعب الردم يمكن اضافته هنا أيضا كالمبين بالضبط بالسبعة أعمدة الأولى اذا احتيج الى ذلك
	٠,٧٥	٢٧,٥	٢,٣٥				٤,٢٠	١,٩٠	٧,٩٨	٣١,٩٠					
١	١,٠٠	٣٠,٠	٢,٨٠	٣,٥٠	٧,٢٠	٥,٦٠	٤,٦٠	٢,٣٥	١٠,٨٠	١٠,٨٠	٤٨,٣٠	٨,٠٥	١٠٠	٨٠٥	
	١,٢٥	٣٢,٥	٣,١٠				٤,٩٠	٢,٨٥	١٣,٩٦	٥٥,٨٦					
٢	١,٥٠	٣٥,٠	٣,٦٠	٣,٧٥	٩,٥٠	٦,٥٠	٥,٠٠	٣,٥٠	١٧,٥٠	١٧,٥٠	٨٤,١٦	١٤,٠٣	١٠٠	١٤٠٣	
	١,٧٥	٣٥,٠	٣,٩٠				٥,٤٠	٣,٧٥	٢٠,٢٥	٨١,٠٠					—
٣	٢,٠٠	٣٥,٠	٤,٢٠	٣,٧٥	١٠,٤٠	٤,٠٠	٥,٨٠	٤,٠٠	٢٣,٢٠	٢٣,٢٠	١٢١,٧٠	٢٠,٢٨	١٠٠	٢٠٢٨	

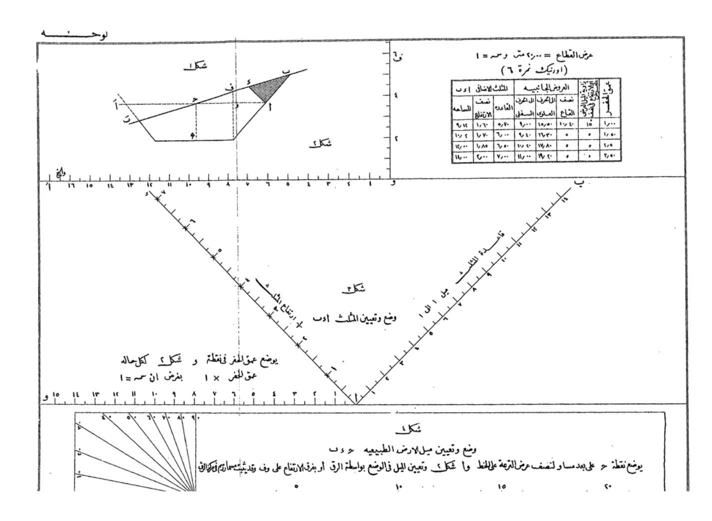
وبهذه الكيفية فان مدونات ء والميل العرضى فى الاوضاع المثمرة هى المقاسات الحقيقية المأخوذة من دفتر الميزانية وهى تعطى ا و اَ والخطوط الغير مثمرة تشمل المدونات لاجل المتوسطات التى تعطى م والشغل بسيط من المثال المعطى ففى الطول الأول ا + اَ هو ٠٫٦٠ + ١٠٫٨٠ = ١٦٫٤٠ و ٢ م هو ٢ × ٧٫٩٨ = ١٥٫٩٦ حتى ان الخطأ الذى ينشأ من استعمال $\frac{ا + اَ}{٢}$ يكون هو ١٠٠ × $\frac{٠٫٤٤}{٣}$ أو ١٥ مترا مكعبا ويكون فى الوضع الثانى ١٠٠ × $\frac{٠٫١٣٨}{٣}$ أو تقريبا ١٣ مترا مكعبا وفى الثالث هو ٦ متر مكعب وهى مقادير لا يصح التجاوز عنها

ويظهر مما تقدم أن الفروقات ربما تكون كبيرة وحينئذ يجب استعمال القانون المنشورى ويلاحظ أن المسائح التى فى المواقع المقاسة فعلا من الارض يصير ادخالها فى العمود المعنون بلفظة «بالتفصيل» مباشرة ولا احتياج لادخالها مرتين

بند ٧٣ وفى حالة ما يكون القطاع المعلوم لترعة أو خلافه وليس لطريق أعنى أن الجانب الأيسر من (شكل ١ لوحة ٢) يكون كالجانب الأيمن فأقول

اذا كانت الارض مائلة حقيقة[١] كما فى (شكل ١ لوحة ٣) فابسط طريقة لحساب قطاع عرضى مثل هذا أن يرسم خط أفقى ا اَ من نقطة المحور ح ومن نقطة تقاطعه بخط التصميم ا يرسم ا ء موازيا الى الميل المقابل ت اَ (فاذا كان ميل جانبى الترعة ١ الى ١ كما هو المتبع يكون ا ء عمودا على الميل ا ب) وعلى ذلك فيكون الجزئين ا ء ح و ح ت اَ متكافئين والحساب يعمل حينئذ على العمق المتوسط بفرض أن الترعة منشأة فى أرض مستوية أعنى أن ا اَ هـ = ا ء تَ هـ مضافا اليه المثلث ا ء ب وحينئذ يكون من اللازم ايجاد

(١) الميول العرضية التى تكون أقل من ٠٫٠١ متر فى المتر فيصرف النظر عنها



عمق الحفر	زاوية الميل الارض الطبيعية	العروض الجانبيه: نصف القاع	العروض الجانبيه: الى الحرف العلوى	العروض الجانبيه: الى الحرف السفلى	المثلث الاضافى اىب: القاعده	المثلث الاضافى اىب: نصف الارتفاع	المثلث الاضافى اىب: المساحه
١٫٠٠	١٥	١٠٫٤٠	١٥٫٥٠	٩٫٠٠	٥٫٧٠	١٫٦٠	٩٫١٢
١٫٥٠	"	"	١٦٫٣٠	٩٫٤٠	٦٫٠٠	١٫٧٠	١٠٫٢
٢٫٥	"	"	١٧٫٨٠	١٠٫٢٠	٦٫٥٠	١٫٨٥	١٢٫٠٠
٢٫٥٠	"	"	١٩٫٢٠	١١٫٠٠	٧٫٠٠	٢٫٠٠	١٤٫٠٠

طريقـــة لتعيين مقـدار المثلث ا د ب فى كل حالة وهـذا من أبسط مايكون وحيث ان الحساب حينئـذ قاصر فقط على الاجزاء الصـغيرة التى مثل المثلث ا د ب فلا حاجة للسعى للحصول على ضـبط كبير وترتيب هـذه الحـالة هو مبـين فى لوحة ٣ وأورنيك مقايسة نمرة ٦

بند ٧٤ فالنقطـة و (شكل ٢) تدل على منـاظرتها و (شكل ١) ويكون من الضرورى فقط انشاء شكل مشابه الى (شكل ١) لكل قطاع عرضى مطلوب حسابه (أعنى لكل مقدار يأخذه العمق د) حول نقطة و على (شكل ٢) مع تقييد الابعاد

وأما (شكل ٤) فهو مقياس مسـتقيم جامد صلب يوضع بجعل صفره على نصف العرض الحقيق أعنى و ح على و ا َ وعلى الميل المعلوم اما بواسطة الرق الموجود فى طرفه الأيسر أو بفرق منسوب نقطة من الارض متباعدة عن محور الترعة بقـدر نصف عرضها على الخط و ف فيتعين حينئذ سطح الارض الطبيعية

وأما (شكل ٣) الذى هو فى الحقيقة المثلث ا د ب أو بالاولى الضلعين الممتدين الى مالانهاية فيجرى انزلاقه بطول خط و ا َ (شكل ٢) لغاية ما أن المقياس المرقوم على حرفه السفلى يجعل و ا على عين و ببعد مساو الى عمق الحفر وهذا المقياس معمول بفرض س مرات المقياس الحقيق أعنى يكون و ا مساويا الى س × حـ هـ فمساحة المثلث المقطوع (بشكل ٤) الذى هو خط الارض الطبيعية يصير قراءته فالقاعدة من اليمين ونصف الارتفاع من الشمال

وحيث ان الميل العرضى فى هذه الحالة لا يتغير فى الغالب فلا يوجد حينئذ تعب كبير وعلى فرض تغيره فلا يكون متعبا مثل حساب القطاعات

هـذا وان جميع المدونات المطلوبة بما فيها العروض الجانبية التى منها يبتدئ الحفر فهى مبينة فى (أورنيك مقايسة نمرة ٦)

طريقة لحساب مكعبات الحفر والردم فى الاراضى المائلة بواسطة الرسم

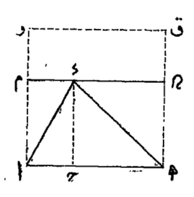
بند ٧٥ قد أسس حضرة المهندس «جون تروتوين» [1] الامريكانى الشهير طريقة بديعة سهلة العمل جدا وهى ايجاد ارتفاعات الحفر أو الردم لقطاعات عرضية فى أراضى أفقية تكافئ فى المساحة الى قطاعات عرضية معلومة عن الاراضى التى سطحها مائلا وقد بيناها هنا تتميما للبند السابق

القاعدة التى تأسست عليها هذه الطريقة

ايجاد اضلاع مثلث معلوم منه فقط مساحته وزواياه

قاعدة — فى أى مثلث مستقيم الاضلاع نسبة حاصل ضرب جيبى أى زاويتين الى جيب الزاوية الباقية كنسبة ضعف مساحة المثلث الى مربع الضلع الكائن بين الزاويتين المأخوذتين قبل

شكل ٣٨



البرهان على ذلك — ليكن ا ء هـ (شكل ٣٨) مثلثا معلوم منه مساحته وزواياه الثلاثة ومطلوب الآن ايجاد أى ضلع كالضلع ا هـ

(١) John C. Trautwine, Jr. C. E.

من حساب المثلثات ينتج هذين التناسبين

حا ا : نصف القطر (١) :: ءح : اء

وأيضا

الزاوية المقابلة الى اء حاهـ : الزاوية المقابلة الى اهـ حاء :: اء : اهـ

وبضرب هذين التناسبين يتحصل

حا ا × حاهـ : حاء :: ءح × اء : اهـ × اء

أو بحذف العامل المشترك فى الحدين الآخرين

حا ا × حاهـ : حاء :: ءح : اهـ

ولكن حيث ان

ءح : اهـ :: ءح × اهـ : $\overline{اهـ}^{٢}$

وأيضا

ءح × اهـ = ضعف مساحة المثلث اءهـ

ومن هنا يتحصل

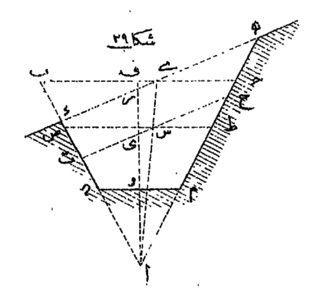
حا ا × حاهـ : حاء :: ضعف المساحة : $\overline{اهـ}^{٢}$

وهذا ما كان يراد اثباته فالجذر التربيعى الى $\overline{اهـ}^{٢}$ = اهـ الضلع المطلوب

فليكن الآن ح م ق ب (شكل ٣٩) هو الحفر المستوى المكافئ أو المساوى الى الحفر المائل هـ م ق ء فمن نقطة التقاطع ے يرسم اے فالآن اذا كان ع ت يدل على حفر مائل موازى الى هـ ء فما علينا فقط الا رسم الخط الافقى ط ص من نقطة س لاجل الحصول على الحفر المستوى المكافئ ط م ق ص[١]

---

(١) اثبات ذلك مبنى على قاعدة المثلثات المتشابهة فهو بسيط ولا يحتاج أى برهان كان



والامر المطلوب الآن هو ايجاد ے ف وهى المسافة التى توضع على الخط الافقى ح ف لاجل أن يرسم ے ا

ولاجل عمل ذلك يرسم كروكى كالشكل ح م ۞ ب (شكل ٣٩) سواء كان بالمقياس أولا بين الحفر المستوى (أو الردم بحسب ما تكون الحالة) لاى عمق محورى ف و بحسب الارادة وليكن ٢ متر أو ٤ متر أو ٦ متر ... الخ ويضاف الى هذا الكروكى المثلث م ۞ ا ثم تحسب المساحة ح م ۞ ب وأيضا الارتفاع ا و ومساحة المثلث م ۞ ا ثم يرسم على هذا الكروكى خط هـ ى المبين لميل الارض الطبيعية (٥° أو ١٠° أو ... الخ) المراد أن تحسب له المسافة ے ف وهو يقطع خط المحور ف و فى نقطة ر

ثم يفرض أن المساحة هـ م ۞ ى هى مساوية للمساحة المعلومة للحفر المستوى ح م ۞ ب وبناء على ذلك تكون مساحة المثلث هـ ا ى مساوية للمساحة المعلومة للمثلث ح ا ب

وثانيا من مساحة المثلث هـ ا ى هذه يمكن ايجاد ضلعه ا هـ كالقاعدة المذكورآنفا هكذا

حا ا × ضعف المساحه : حا ء :: ـــــــ : اهـ²
حا هـ   هـ ا ء

ثم يوجد ر ا هكذا

حا هـ ر ا : المقابل للضلع المعلوم ا هـ : حا هـ المقابل للضلع المطلوب ر ا :: ا هـ : ر ا

ثم ان

ف ا – ر ا = ر ف

وأيضا الزاوية هـ ب ح المبينة لميل الارض الطبيعية هى مساوية الى الزاوية ف ب ر وباعتبار أن ب ف كنصف قطر و ر ف كظل للزاوية ف ب ر يتحصل

طا ف ب ر (أو ميل الارض) : نصف القطر ا :: ر ف : ف ب

ثم حيث ان

ا ف : ف ب :: ا : ف ب

عندما يفرض ا ف واحد فى تجهيز الشكل (الذى يؤخذ من الحساب) وكما هو مبين فى جدول نمرة ٣ الآتى

ولتوفير التعب فى حساب هذه المسافات ف ب قد وضعنا الجدول المذكور وجعلناه مشتملا على جميع الميول الجانبية المحتمل حصولها فى العمل

(جدول نمرة ٣) للمسافات فـ (شكل ٣٩) أو ب ٥° و ب ١٠° و ١٠٠٠ (شكل ٤٠) مفروضة

الميول الجانبية					
الميول الجانبية ¼ الى ١ أو ٨َ ٧٥°	١٠° ٠,٠٠٥	٢٠° ٠,٠١١	٢٥° ٠,٠١٤	٣٠° ٠,٠١٧	٣٥° ٠,٠٢٢
الميول الجانبية ½ الى ١ أو ٢٦َ ٦٣°	٥° ٠,٠١١	١٠° ٠,٠٢٢	١٥° ٠,٠٣٤	٢٠° ٠,٠٤٦	٢٥° ٠,٠٥٨
الميول الجانبية ١ الى ١ أو ٤٥°	٥° ٠,٠٤٤	١٠° ٠,٠٨٩	١٥° ٠,١٣٦	١٨° ٠,١٦٧	٢٠° ٠,١٨٨
الميول الجانبية ¼ ١ الى ١ أو ٤٠َ ٣٨°	٥° ٠,٠٦٨	١٠° ٠,١٣٨	١٣° ٠,١٨٤	١٥° ٠,٢١٤	١٨° ٠,٢٦٤
الميول الجانبية ½ ١ الى ١ أو ٤٢َ ٣٣°	٥° ٠,٠٩٧	٨° ٠,١٥٨	١٠° ٠,٢٠١	١٣° ٠,٢٦٧	١٥° ٠,٣١٤
الميول الجانبية ٢ الى ١ أو ٣٤َ ٢٦°	٣° ٠,١٠٦	٥° ٠,١٧٥	٨° ٠,٢٨٥	١٠° ٠,٣٦٣	١٢° ٠,٤٤٧
الميول الجانبية ½ ٢ الى ١ أو ٤٨َ ٢١°	٢° ٠,١١٢	٤° ٠,٢٢٦	٦° ٠,٣٤٠	٨° ٠,٤٥٤	١٠° ٠,٥٨٢
الميول الجانبية ٣ الى ١ أو ٢٦َ ١٨°	٢° ٠,١٦٠	٤° ٠,٣٢٢	٦° ٠,٤٨٦	٨° ٠,٦٦٠	١٠° ٠,٨٥٨

(شكل ٤٠) التى توضع على الخط الافقى ب ح (شكل ٤٠) باعتبار أن خط المحور ا ب الوحـــــدة أى ١ .

٤٠°	٤٥°	٥٠°	٥٥°	٦٠°	٦٥°	٧٠°
٠٫٠٢٦	٠٫٠٣٢	٠٫٠٣٨	٠٫٠٤٦	٠٫٠٥٧	٠٫٠٧٣	٠٫٠٩٩
٣٠°	٣٥°	٤٠°	٤٥°	٥٠°	٥٣°	٥٥°
٠٫٠٧٢	٠٫٠٩٠	٠٫١١٠	٠٫١٣٢	٠٫١٦٥	٠٫١٨٩	٠٫٢١١
٢٣°	٢٥°	٢٨°	٣٠°	٣٣°	٣٦°	٣٩°
٠٫٢٢٢	٠٫٢٤٧	٠٫٢٨٨	٠٫٣١٨	٠٫٣٦٩	٠٫٤٣١	٠٫٥١٠
٢٠°	٢٣°	٢٥°	٢٨°	٣٠°	٣٢°	٣٤°
٠٫٣٠٥	٠٫٣٥٨	٠٫٤٠١	٠٫٤٧٦	٠٫٥٣٠	٠٫٦٠٠	٠٫٦٨٥
١٨°	٢٠°	٢٢°	٢٤°	٢٦°	٢٧°	٢٨°
٠٫٣٩٠	٠٫٤٤٥	٠٫٥٠٦	٠٫٥٧٤	٠٫٦٥٢	٠٫٦٩٦	٠٫٧٤٧
١٤°	١٦°	١٨°	١٩°	٢٠°	٢١°	٢٢°
٠٫٥٣٣	٠٫٦٢٩	٠٫٧٣٩	٠٫٧٩٨	٠٫٨٦٥	٠٫٩٣٦	١٫٠١٧
١٢°	١٤°	١٦°				
٠٫٧١٩	٠٫٨٧٥	١٫٠٥٦				
١٢°	١٤°					
١٫٠٨٠	١٫٣٤٩					

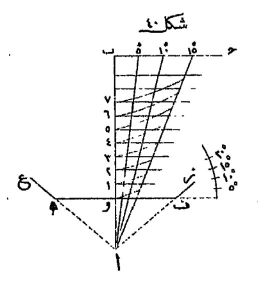
طريقة تحضير الاشكال

بند ٧٦ قد تقدمنا الآن لنوصف طريقة تحضير الاشكال لأى عرض ترعة أو طريق ما ذات ميول جانبية مهما كانت

يرسم خط رأسى ا ب (شكل ٤٠) بأى طول معلوم بحسب الارادة (وعلى العموم يكون طوله المناسب نحو ٠,٣٠ متر أو ٠,٢٠ متر تقسم الى أجزاء من عشرة) ثم نسمى طول هذا الخط الوحدة أو ١ وهو يدل على خط المحور المعتاد لارتفاعات الحفر أو الردم

ومن النهاية العليا لهذا الخط يرسم ب ح يصنع معه زاوية قائمة ومن نقطة ب الى جهة ح توضع وتمر المسافات ب ٥ و ب ١٠ و ب ١٥ و ... الخ المشتمل عليها الجدول الماضى بمقياس كالمقياس المستعمل للطول ا ب باعتبار أنه واحد مقسوما الى عشرات ومئات

شكل ٤٠



فمثلا اذا كان الميلين الجانبيين ن ف و ع هـ للحفر أو الردم هما $\frac{1}{4}$ ١ الى ١ فيوضع (بدون أى اعتبار الى عرض الطريق) المسافات التى فى الصف العلوى من الجدول فاذا كانت الميول ١ الى ١ فتؤخذ المسافات التى فى الصف الثالث و ... الخ وبنهو ذلك فاعتبار مقياس ا ب كالوحدة لا لزوم لاستعماله بعد ذلك

والمسافات التى على ب ح المتوسطة بين المسافات المبينة فى الجدول يمكن تقييدها بالضبط الكافى بمجرّد العين

ثم من النقط ٥ْ و ١٠ْ و ١٥ْ و ... الخ التى على الخط ب ح (ومن التقاسيم الصغيرة للدرجات المفردة بينها كالمبين فى شكل لوحة ٤) ترسم خطوط الى ا ومن ا وطالع يوضع بأى مقياس بحسب الارادة (تقريبا مقياس ٢٠,٠ متر للمتر الواحد يوجد موافق) المسافة ا و التى هى ارتفاع المثلث ف هـ ا المتكوّن من امتداد الميلين الجانبيين ن ف و ع هـ الى ا وأن ف هـ يبين عرض الطريق مهما كان هو بالمقياس بعينه

ليس من الضرورى أن يرسم فعلا ن ا و ع ا , ف هـ حيث يمكننا وضع ا و اذا تذكرنا أنه اذا كانت الميول الجانبية هى

¼ الى ١	حينئذ يكون	ا و	أربعة أمثال	و ف (نصف عرض الطريق)
½ الى ١	«	ا و	ضعف	و ف
١ الى ١	«	ا و	مساو الى	و ف
١¼ الى ١	«	ا و	٠,٨٠ من	و ف
١½ الى ١	«	ا و	⅔	و ف
٢ الى ١	«	ا و	½	و ف
٢½ الى ١	«	ا و	٠,٤٠ من	و ف
٣ الى ١	«	ا و	⅓	و ف

وبالابتداء من نقطة و يقسم الخط الرأسى أو خط المحور و ب بالمقياس بعينه الى أمتار وتميزها ١ و ٢ و ٣ و ... الخ من و وطالع ومن نقط التقاسيم ١ و ٢ و ٣ و ... الخ يرسم الخطوط الافقيـــة الموازية الى ب ح كما هو مبين فى (شكل ٤٠)

ويجعل نقطة و كمركز ويوضع بواسطة رق الزوايا العديدة للميل العرضى للارض الطبيعية كالمبين بالقوس فى (شكل ٤٠) والزوايا التى فوق ٣٠° فى النادر لما يحتاج اليها

ولاجل المناسبة قد صار تميز الخطوط المائلة وأيضا الزوايا التى على القوس كل ٥° فقط فى (شكل ٤٠) ولكن فى الشكل الذى يؤخذ منه الحساب يجب أن تؤخذ قريبة من بعضها كل ٢° أو ٣° مثلا (انظر لوحة ٤)

ثم توضع مسطرة توازى من و الى ٥° على القوس وتعلم نقطة التقاطع بالخط المائل ا ٥° بنقطة ثم احفظ المسطرة فى الوضع بعينه ويجرى تحريكها الى فوق على طول الخط و ب مع الوقوف فى كل قسم للمتر الواحد وعمل نقط مطابقة على الخط المائل ا ٥° كما فى (شكل ٤٠) والاستمرار لغاية الارتفاع الذى يشتمل أعظم حفر أو ردم على خط المحور مراد حسابه بواسطة الشكل

ثم توضع مسطرة التوازى من و الى ١٠° على القوس وتعلم نقطة التقاطع بالخط المائل ا ١٠° بنقطة ثم تحفظ المسطرة فى الوضع بعينه وتحرك الى أعلا على خط و ب مع الوقوف فى كل قسم للمتر الواحد مع عمل نقط مطابقة على الخط المائل ا ١٠°

ثم توضع مسطرة التوازى من و الى ١٥° على القوس والاتباع كما تقدم مع عمل نقط مطابقة على الخط المائل ا ١٥° وهلم جرا لغاية الارتفاع الذى تكون فيه الزاوية مساوية لاكبر ميل عرضى يتأتى فى العمل ويراد حسابه بواسطة الاشكال

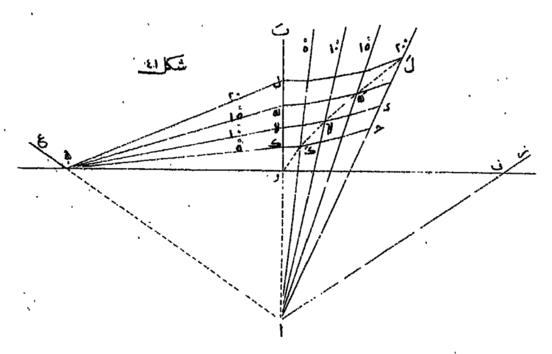
وأخيرا يصير توصيل النقط المطابقة للخطوط المائلة العديدة ويتكون من ذلك سلسلة خطوط منحنية نسميها منحنيات الدلالة كما فى (شكل ٤٠ ولوحة ٤)

قد صار الشكل الآن جاهز للاستعمال وذلك لجميع حالات الميل الطبيعى التى فيها لا يحصل تقاطع مع عرض الطريق ولأجل ذلك يعمل قطاع مخصوص جزء منه فى الحفر

وجزء منه فى الردم كما هو مبين فى (لوحة ٢) ويجرى حسابه بطريقة (بند ٧١) أو بموجب الحسابات المتقدمة فى الفصول السابقة

ولكى أن الشكل نفسه يدلنا متى تكون هذه الحالة قد أضيف منحنى مبين بخط منقط بالقرب من أسفل شكل الشغل صار تحضيره كالاتى

أوضع من نقطة هـ أو من نقطة ف (شكل ٤١) التى فيها الميل الجانبى ع هـ أو ر ف يقطع الطريق ف هـ زوايا الميل العرضى بعينها (٥° و ١٠° و ١٥° و ... الخ) للارض متجهة الى خط المحور ا ب وفوق ف هـ كما كانت وضعت من و فى (شكل ٤٠) ثم ارسم الخطوط هـ ك , هـ لا , هـ لـ , ... الخ وعلم النقط ك , لا , لـ , ... الخ التى تقطع فيها خط المحور ا ب



فالان اذا كانت زاوية الميل العرضى للارض الطبيعية لحفر ما هى ٥° وعمقه فى المحور أقل من و ك فمن المحقق أن ميل الارض (موازى وأسفل هـ ك) يقطع الطريق هـ ف وبمثل ذلك يكون أيضا الحفر الذى ميل الارض فيه ١٠° بعمق فى المحور أقل من هـ لا وهلم جرا

ومن هنا يفهم أن الخط ١ ٥ لا يلزم استعماله لحفر ذى عمق فى المحور أقل من و ك ولا ١٠ لعمق فى المحور أقل من و لا ثم نعلم حينئذ على الخط ١ ٥ النقطة ك التى يتقاطع فيها بخط منحنى الدلالة ك ح المبتدئ من نقطة ك ثم نعلم أيضا على الخط ١٠ النقطة لا التى يتقاطع فيها بالمنحنى لا ى المبتدأ من لا وهلم جرا ثم نوصل النقط ك ، لا ، لـ ، ... الخ المكونة هكذا وبهذه الكيفية يتكون منحنى نسميه منحنى الاحتياط و ك لا لـ لـ ... الخ وبذلك قد انتهى رسم الشكل

ولأجل معرفة كيفية استعمال طريقة هذه الاشكال قد رسمنا هنا شكلا مبينا (بلوحة ٤) لحساب ترعة عرضها التصميمى ٤,٠٠ أمتار وميلى جانبيها ١ ½ الى ١

طريقة استعمال الاشكال

بند ٧٧ قد ظهر مما قدمنا أن انشاء الاشكال بسيط جدا ولكنه يظهر من أول مرة بمجرد النظر له أنه صعب نوعا ولما كان أى طريق أو ترعة مخصوصة يحتاج على العموم الى ثلاثة أو أربعة أشكال يمكن أن يحضرهم شخص واحد فى أيام قليلة فلنعط مثلا أو مثلين لنورى كيفية استعمالها حتى أن القارئ يكون على بينة من الغرض المقصود من الموضوع والى أى حد بلغ من السهولة

مثال ١ — لنفرض المثال الذى أجرينا رسم الشكل لحسابه وهو ترعة عرض قاعها ٤ أمتار وميولها الجانبية ١ ½ الى ١ وأن الحفر فى وضع معلوم هو ٣ أمتار فى المحور وأن الارض عوضا عن أن تكون مستوية فهى مائلة بزاوية قدرها ١٥ مع الافق

لنرجع للشكل المبين (بلوحة ٤) ولنضع صباعنا على خط المحور على ارتفاع ٣ أمتار ونسر الى أعلا على طول المنحنى الذى يبتدأ من هذه النقطة حتى يقابل الخط المائل المنمر بنمرة ١٥ فى نقطه فالافقى المار بها يقطع خط المحور على ارتفاع ٣,٤٠ يكون هو ارتفاع الحفر المستوى المكافئ الذى مساحته بالضبط عين مساحة القطاع الذى تحت النظر

لوحة ٤

٥° ٨° ١٠° ١٣° ١٥° ١٨° ٢٠°

٢٢° ٢٤° ٢٦° ٢٧° ٢٨°

٨ ٧ ٦ ٥ ٤ ٣، ٢، ١، ٠،٥٠

خط المحور والارتفاعات

الميول $1\frac{1}{2}$ الى ١
ترعة عرضها من اسفل ٤،٠٠
حفر

وفى الواقع لو حسبنا مساحة القطاع المائل الذى ارتفاعه فى المحور ٣ أمتار بالطرق السابقة وحسبنا أيضا مساحة القطاع المستوى الذى ارتفاعه ٣٫٤٠ لانجد فرقا يذكر بين المساحتين وكلما كان رسم الشكل فى الاصل مضبوطا كلما كانت النتائج المتحصلة مضبوطة أكثر

وجميع الحالات المماثلة لهذه يمكن تحويلها حينئذ فى الحال وبدون اجراء أى حساب مّا الى أخرى ذات حفائر بأرض مستوية مكافئة لها

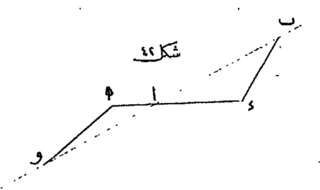
وهذا هو الغرض الاصلى من القاعدة المشتملة عليها هذه الاشكال

واذا كان العمق ٣٫٣٠ أمتار أو أى كسر اعشارى من المتر فكيفية اجراء العمل هى بعينها كما لو كان العمق ٣ أمتار وأن الحفر المستوى المكافئ يوجد على الخط المائل ١٥° على مسافة ٠٫٣٠ من المتر (يصير تقديرها بسهولة بالنظر خصوصا اذا كان مقياس الرسم المعتبر كبيرا) فوق خط منحنى ٣ أمتار أى ٣٫٧٠ أمتار

مثال ٢ — باستعمال الشكل بعينه فليكن ارتفاع الحفر ٠٫٥٠ متر والميل العرضى للارض ٢٠° فهنا نوضع الصباع على خط المحور فى ارتفاع ٠٫٥٠ متر ويستمر بطول الخط المنحنى المبتدأ من هذه النقطة فنرى أنه قبل أن يصل الى الخط المائل بدرجة ٢٠° يقابل الخط المنحنى المنقط المرسوم بالقرب من أسفل الشكل فعند حصول ذلك نعرف حينئذ أن ميل الارض الطبيعية يقطع الطريق فيعمل حينئذ قطاع عرضى جزء منه فى الحفر وجزء منه فى الردم

وهذه مراجعة نافعة جدا لان مقادير المكعبات فى الحالات التى مثل هذه لا يمكن الحصول عليها بواسطة الشكل [1] ولكن بمساعدة رسم شكل القطاع يتحصل على الغرض المطلوب كما ذكرنا ذلك سابقا بند (٧٠) وكما يلزم أن يكون ذلك أيضا فى حالة ما يكون سطح الارض الطبيعية غير منتظم اعرضا وسنذكر فيما بعد طريقة بسيطة لحساب القطاعات فى هذه الحالة الاخيرة

(١) الارتفاع المحورى المكافئ الذى يعطيه الشكل فى مثل هذه الحالات هو ارتفاع حفر مستوى مساحة قطاعه العرضى تكون مساوية الى الفرق ما بين مساحة الردم ا هـ و ا (شكل ٤٢) ومساحة الحفر ا ى ب ا



وقد وضع المؤلف فى الاصـل أمام كل " شكل حساب " جدول لحساب المكعبات فى الارض المستوية ومنه تؤخذ مباشرة مقادير المكعبات(١) وذلك عندما تكون مسائح الحفائر المسـتوية المكافئة فى كل من نهايتى وضع ما متساوية وأن ميل الارض بينهما منتظما ولكن اذا كانت مسائح الحفائر المسـتوية المكافئة فى نهايتى الوضـع ليست متسـاوية فيلزم حينئذ تطبيق قاعدة القانون المنشورى(١)

هذا وأن عمل هذه الاشكال على ورق مقسم ملليمترات يسهل جدا عملها واستعمالها فى آن واحد خصوصا اذا اعتبر مقياس الرسم كبيرا عن مقياس ٠٫٠٢ متر للمتر المستعمل للشكل المرسوم (بلوحة ٤) (فالملليمتر فيـه يبين ٠٫٠٠٥ متر ويمكن عمـل منحنيات الدلالة كل ٠٫٢٥ متر بدل ٠٫٥٠ متر المعمولة بالشكل)

واذا عمـل مقيـاس رسم الشـكل ٠٫٠٤ متر للمتر فيظهر أكثر من ذلك حيث يمكن عمل منحنيـات الدلالة كل ٠٫٠٠٤ متر أى ٠٫١٠ وترسم الخطوط المـائلة لكل درجة واحـــدة

بند ٧٨ قد يحتاج فى الحسابات أحيانا لمعرفة انحدار الارض بعد معرفة زاوية ميلها وبالعكس فقـد وضعنـاهنا (جدول نمرة ٤) المشتمل على انحدارات الارض بالسنتيمتر فى المتر الطولى وما يقابلها من زوايا الميل بالدرج والدقائق وهو الآتى

(١) جدول نمرة ٥ يعوضها أو الجداول المنشورية المستقلة

(جـــدول نمرة ٤)

انحدار الارض بالسنتيمتر للمتر الواحد وزوايا الميل المقابلة لها

انحدار الارض	زاوية الميل المقابلة		انحدار الارض	زاوية الميل المقابلة		انحدار الارض	زاوية الميل المقابلة		انحدار الارض	زاوية الميل المقابلة	
سنتيمتر	´	°	سنتيمتر	´	°	سنتيمتر	´	°	سنتيمتر	´	°
١	٣٥	٠٠	٢٦	٣٥	١٤	٥١	٢	٢٧	٧٦	١٥	٣٧
٢	٩	١	٢٧	٧	١٥	٥٢	٢٩	٢٧	٧٧	٣٦	٣٧
٣	٤٤	١	٢٨	٣٩	١٥	٥٣	٥٦	٢٧	٧٨	٥٨	٣٧
٤	١٨	٢	٢٩	١١	١٦	٥٤	٢٣	٢٨	٧٩	١٩	٣٨
٥	٥٢	٢	٣٠	٤٢	١٦	٥٥	٤٩	٢٨	٨٠	٤٠	٣٨
٦	٢٧	٣	٣١	١٤	١٧	٥٦	١٥	٢٩	٨١	١	٣٩
٧	١	٤	٣٢	٤٥	١٧	٥٧	٤١	٢٩	٨٢	٢٢	٣٩
٨	٣٥	٤	٣٣	١٦	١٨	٥٨	٧	٣٠	٨٣	٤٢	٣٩
٩	٩	٥	٣٤	٤٧	١٨	٥٩	٣٣	٣٠	٨٤	٢	٤٠
١٠	٤٣	٥	٣٥	١٨	١٩	٦٠	٥٨	٣٠	٨٥	٢٢	٤٠
١١	١٧	٦	٣٦	٤٨	١٩	٦١	٢٣	٣١	٨٦	٤٢	٤٠
١٢	٥١	٦	٣٧	١٩	٢٠	٦٢	٤٨	٣١	٨٧	٢	٤١
١٣	٢٥	٧	٣٨	٤٩	٢٠	٦٣	١٣	٣٢	٨٨	٢١	٤١
١٤	٥٩	٧	٣٩	١٩	٢١	٦٤	٣٨	٣٢	٨٩	٤١	٤١
١٥	٣٢	٨	٤٠	٤٩	٢١	٦٥	٢	٣٣	٩٠	٠٠	٤٢
١٦	٦	٩	٤١	١٨	٢٢	٦٦	٢٦	٣٣	٩١	١٩	٤٢
١٧	٣٩	٩	٤٢	٤٧	٢٢	٦٧	٥٠	٣٣	٩٢	٣٧	٤٢
١٨	١٣	١٠	٤٣	١٧	٢٣	٦٨	١٣	٣٤	٩٣	٥٦	٤٢
١٩	٤٦	١٠	٤٤	٤٥	٢٣	٦٩	٣٧	٣٤	٩٤	١٤	٤٣
٢٠	١٩	١١	٤٥	١٤	٢٤	٧٠	٠٠	٣٥	٩٥	٣٢	٤٣
٢١	٥٢	١١	٤٦	٤٣	٢٤	٧١	٢٣	٣٥	٩٦	٥٠	٤٣
٢٢	٢٥	١٢	٤٧	١١	٢٥	٧٢	٤٦	٣٥	٩٧	٨	٤٤
٢٣	٥٨	١٢	٤٨	٣٩	٢٥	٧٣	٨	٣٦	٩٨	٢٦	٤٤
٢٤	٣٠	١٣	٤٩	٧	٢٦	٧٤	٣١	٣٦	٩٩	٤٣	٤٤
٢٥	٣	١٤	٥٠	٣٤	٢٦	٧٥	٥٣	٣٦	١٠٠	٠٠	٤٥

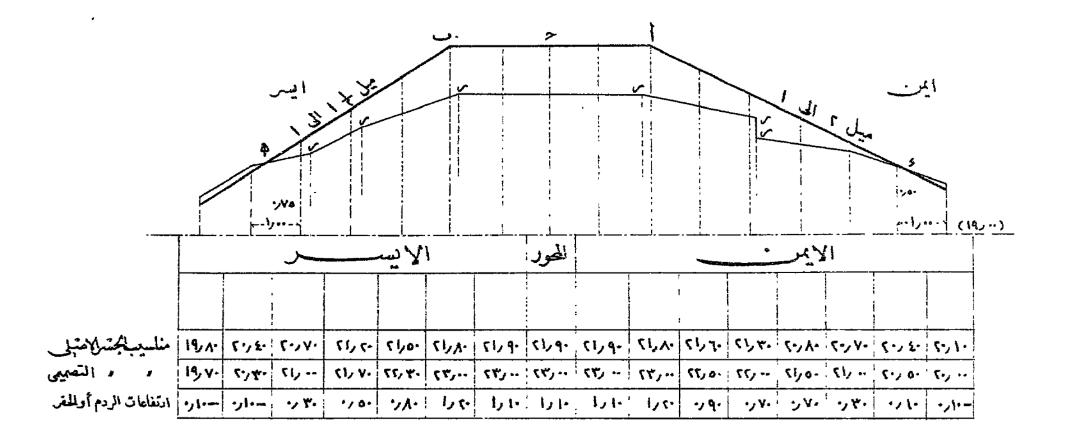
الاراضى التى سطحها غير منتظم

بند ٧٩ الحالة التى فيها سطح الارض فى أى قطاع لا يمكن اعتباره خط مستقيم ـ هذه الحالة تنطبق على قطاعات الجسور والترع الموجودة المراد ترميمها أو تطهيرها وغير ذلك فيكون من الضرورى عمل ترتيب آخر وهو انه يمكن تعديل التفصيل الكثير للمقاسات الجزئية للقطاعات العرضية التى تؤخذ عادة على مسافات مختلفة تبعا لكسرات الجسر أو الترعة فتؤخذ النظرات على كل خط قطاع عرضى على مسافات افقية متساوية من المحور الى كلا الجانبين (انظر لوحة ٥) والضبط الكثير فوق العادة فى كل قطاع عرضى المكتسب من أخذ النظرات فى النقط الزاوية المخصوصة على كل قطاع عرضى على مسافات غير متساوية مثل ر و ر فى الشكل يمكن أن يغطى أو يعوض بالتمام بعدم الضبط الناشئ من الفرض الضرورى بان الاركان المذكورة لاى قطاعين عرضيين متواليين متصلة بخطوط مستقيمة وللاسباب بعينها يكون من الخسارة التامة استعمال القانون المنشورى فى حالة كهذه وغاية ما يمكن أن يؤمل لمثل هذه الحالة هو نتيجة متوسطة جيدة والامر الوحيد هو أن يرتب العمل بحيث ان الحساب يكون سهلا

و (لوحة ٥) ومقايسة (نمرة ٧) وأيضا (شكل ٤٣) هما اللذان تقدمهما كمثال لبيان العملية

فالسطر العلوى لمجموعة الثلاث أسطر فى كل وضع هو المنسوبات أو النظرات على القطاع فى المسافات المتساوية ع ولتكن ١٠٠٠ متر (ويلزم عمل هذه المسافات نصف أو ربع أو كسر صحيح من عرض الجسر أو عرض قاع الترعة واذا كان بالترعة مياه فتعمل الجسات على حبل يصير تقسيمه الى أجزاء كل منها يساوى نصف أو ربع أو كسر صحيح من عرض قاع الترعة المصمم عليه) والسطر الثانى هو مناسيب سطح الجسر التصميمى ويعطى حينئذ السطر الثالث ارتفاع الردم أو الحفر فى كل وتد على القطاع العـرضى

لوحة ٥



مناسيب الجسر الاصلى	١٩ر٨٠	٢٠ر٤٠	٢٠ر٧٠	٢١ر٢٠	٢١ر٥٠	٢١ر٨٠	٢١ر٩٠	٢١ر٩٠	٢١ر٩٠	٢١ر٨٠	٢١ر٦٠	٢١ر٣٠	٢٠ر٨٠	٢٠ر٧٠	٢٠ر٤٠	٢٠ر١٠
« « التصميمى	١٩ر٧٠	٢٠ر٣٠	٢١ر٠٠	٢١ر٧٠	٢٢ر٣٠	٢٣ر٠٠	٢٣ر٠٠	٢٣ر٠٠	٢٣ر٠٠	٢٣ر٠٠	٢٢ر٥٠	٢٢ر٠٠	٢١ر٥٠	٢١ر٠٠	٢٠ر٥٠	٢٠ر٠٠
ارتفاعات الردم أو الحفر	—١٠ر٠	—١٠ر٠	٠ر٣٠	٠ر٥٠	٠ر٨٠	١ر٢٠	١ر١٠	١ر١٠	١ر١٠	١ر٢٠	٠ر٩٠	٠ر٧٠	٠ر٧٠	٠ر٣٠	٠ر١٠	—١٠ر٠

(أورنيك مقايســة نمرة ٧)

نمرة القطاعات	المساحة مقسومة على المسافة ١٫٠٠			المساحة الكلية	المساحة	ل	المكعب	من المحور لنهاية الميل		ملحوظات
	مثلث اليمين	الجزء المتوسط	مثلث الشمال	مجموع الثلاث خانات الاخيرة × ١٫٠٠	المتوسطة	المسافة بين القطاعات	المساحة المتوسطة × ل	الايمن حـ ء	الايسر حـ هـ	
٠	٠٫٠٣	٩٫٨٠	٠٫١١	٩٫٩٤	...	...	..	٧٫٥٠	٥٫٧٥	القطاع المرسوم بلوحة ٥
١	٠٫١٠	١١٫٠٠	٠٫٣٠	١١٫٤٠	١٠٫٦٧	٢٠٠	٢١٣٥	...	...	قطاع مفروض لتورية هيئة عمل المقايسة
٢	٠٫١٥	١٢٫٠٠	٠٫٤٠	١٢٫٥٥	١١٫٩٧	٢٠٠	٢٣٩٥	...	...	» » » » »
٣	٠٫٢٠	١٢٫٥٠	٠٫٥٠	١٣٫٢٠	١٢٫٨٧	٢٠٠	٢٥٧٥	...	...	» » » » »
٤	٠٫٢٥	١٣٫٠٠	٠٫٥٥	١٣٫٨٠	١٣٫٥٠	٢٠٠	٢٧٠٠	...	...	» » » » »

بند ٨٠ ولاجل عمل مقايســة لمسائح الردم فيوجد مثلثين صغيرين وشكل متوسط فمساحة كل مثلث كما سبق ببند (٥٦) هى

$$\frac{ك}{٢} \times \frac{ك ع}{ك + ى}$$

والجزء المتوسط هو ع × $\frac{١}{٢}$ مجموع الاحداثى الاول والاخير مضافا اليه جميع الاحداثيات المتوسطة ذات المقادير الموجبة ثم يصير تقييد ذلك بالمقايسة مع حذف المعامل المشترك ع (ومقداره هنا = ١٠٠٠ متر) الذى يضرب فيه بعدما تجمع على بعضها فى عملية واحدة والمكعبات حينئذ هى متوسط المسائح مضروبة فى ل كما هو مبين فى المقايسة وبذلك يمكن عمل سطر بسطر بالطرق البسيطة كما سبق

ثم ان مقدار كل من المسافتين الافقيتين من محور الجسر الى نهاية ميل التصميم الى جهة اليمين أو اليسار يساوى مجموع مسافات أفقية بعدد ما يوجد مقادير موجبة فى كل من جانبى المحور + ع $\frac{ك}{ك + ى}$ (١)

حساب تطهيرات الترع الصيفية بواسطة الجس

بند ٨١ وبهذه الطريقة البسيطة تحسب مكعبات تطهير الترع بشرط اجراء عملية الجس بالحبل لا بالنظر كما هو الجارى والامر المهم فقط فى مسألة جس الترع هو تعيين انحدار سطح المياه بالدقة أثناء عمليـة الجس حيث ان هـذا الانحدار لا يكون منتظما اذا كان يأخذ من الترعة (الجارى عمـل الجس بها) أو يصب فيها ترع أخرى أو مركب عليها آلات رافعة قوية أو لها منظمات مقفولة أو مفتوحة فكل هذه تساعد على عدم امكان جعـل الانحدار المذكور ثابت فى جميع طول الترعة واذا اعتبر كذلك فيحصـل خطأ محسوس فى تقدير المكعبات والاوفق حينئذ هو عمل ميزانيـة على طول الترعة لتعيين انحدار المياه فى كل كيلومتر وبعض الترع موجود بها الآن نقط ثوابت

(١) يحتاج لمعرفة هذه المسافات لتخطيط ميول الجسر على الارض عند اجراء العمل

على أبعاد متقاربة وبعضها على كل نصف كيلومتر يتحقق منها منسوب المياه من وقت الى آخر والهمم منصرفة الآن الى تعميم هذه الروبيرات على جميع الترع

ومتى تعين الانحدار بالضبط أمكن تعيين ارتفاعات الحفر لكل قطاع ثم مسطحاتها بكل سهولة بهذه الطريقة كالمبين (بشكل ٤٣) ثم توضع فى المقايسة كالمبين (باورنيك مقايسة نمرة ٧)

شكل ٤٣

٨,٠٠
١,٥٠
١,٢١
منسوب (١٥,٠٠) التصميم
٢,٠٠ ٢,٠٠
الايمن الجسور الايسر

	٠,٠٠	٠,٢٥	٠,٤٥	٠,٧٠	٠,٧٠	٠,٧٥	٠,٨٠	٠,٤٥	٠,٠٠
مناسيب الارض الاصليه	١٦,٨٠	١٦,٥٥	١٦,٣٥	١٦,١٠	١٦,١٠	١٦,٠٥	١٦,٠٠	١٦,٣٥	١٦,٨٠
ارتفاعات الحفر		٠,٤٥-	١,٣٥	١,١٠	١,١٠	١,٠٥	١,٠٠	٠,٦٥-	٠

مساحة مثلث اليمين $\frac{١,٥٠ \times ١,٣٥}{٢}$ = ١,٠١

مساحة الجزء المتوسط = ٨,٨٤

مساحة مثلث الشمال $\frac{١,٢١ \times ١}{٢}$ = ٠,٦٠

فتكون مساحة القطاع جميعه = ١٠,٤٥

واذا أجرينا الحساب بهذه الطريقة للجسور والترع الجارى عملها سنويا فاننا نكتسب الزمن الكثير الذى يضيع فى اجراء الحسابات المطلوبه مع أن النتيجة واحدة تقريبا فان الفروقات فى المساحة بين مقاس القطاع العرضى بالتفصيل وبين هذه الطريقة هى جزئية وقد تكون بالزيادة أو بالنقص فهى تمحى بعضها خصوصا وان حساب تطهيرات الترع الصيفية هو أضبط بكثير من الطريقة المعتادة مع البساطة التامة فى الحساب

وبهذه الطريقـة يمكن حساب القطاعات العرضـية من دفتر الميزانية مباشرة بدون الاحتياج لعمل أى رسم ما وبوضع النتائج المتحصلة فى أورنيك نمرة (٧)
ثم ان كل قطاع عرضى لا يلزم له فى المقايسة الا سطر واحد ولا يخفى ما فى ذلك من السهولة والسرعة

التطهـيـر بالكراكات[1]

بند ٨٣ اذا كانت المكعبات المراد تطهيرها كبيرة فعملية التطهير تستغرق زمنا طويلا ربما لا تسمح به حالة المزروعات أو كانت الترعة ملاحية فتخفيفها التطهيرها يعطل الملاحة ففى هاتين الحالتين يلتجأ الى التطهير بالكراكات وفائدته اجراء عملية التطهير فى الترعة وهى تؤدى الغرض المجعولة له سواء كان للرى أو الملاحة أو للصرف

ولا تستعمل هـذه الطريقة الا فى الترع الرئيسية الكبيرة لانه يمكن من غير ضرر يذكر تعطيل الملاحة عدة أيام فى ترع متوسطة أو منع الرى أو الصرف منها لتطهيرها باليد

والتطهير باليد فى القطر المصرى أوفر بكثير من كل أنواع التطهير الاخرى التى تستعمل فيها الآلات لان أجرة النفر واطية جدا بجانب ارتفاع أثمان الفحومات ومواد التشغيل التى تجلب جميعها من الخارج

وفى الواقع فان فيـة المتر المكعب الحفر فى الترع المعتادة ينحصر من ١٥ الى ٢٥ أو ٣٠ مليما بخلاف فية التطهير بالكراكات فانه لم يقل حتى الآن بالقطر المصرى عن ٣٤ مليما

والمتر المكعب فى حسابات الحفر باليـد هو متر مكعب تقريبا بخلاف المتر المكعب فى التطهير بالكراكات فانه لا يمكن أن يصل الى متر مكعب مطلقا مهما اعتنى المهندسون كما سيأتى بعد وعليه ففية التطهير الحقيقية تكون أزيد من ٣٤ مليما وقد تصل لو راعينا الحقيقة الى ٥٠ مليما أو أكثر

---

(١) قد تفضـل علينا حضرة محمد افندى شفيق باشمهندس ترعة الاسماعيلية بهـذه النبذة وقد درجناها هنا اتماما للفائدة مع الشكر لحضرته على ذلك

والكراكات التى تستعمل للتطهير ثلاثة أنواع

النوع الاول – كراكات ذات قواديس

النوع الثانى – كراكات ذات كباش

النوع الثالث – كراكات شفاطة

الكراكات ذات القواديس

الجزء المعد للتطهير فى هذه الكراكات عبارة عن قواديس من الصاج مثبتة مفصليا فى سلسلة غير منتهية تتعشق على قلبين محوراهما مثبتان فى براز أو سقالة تتكيف وضعا وميلا حسب الارادة

وأحد القلبين السالف الذكر يكون داخل الماء بمجاورة قاع الترعة المراد تطهيرها والقلب الثانى يستمد حركته من الآلة المحركة فتمتد الى حركة ذلك القلب فتتحرك القواديس وتغرف معها مخلوطا من طين ورمال القاع مع المياه وبوصول هذه القواديس لاعلا وضعها وابتداء سقوطها بالثانى تفرغ ما بها من المخلوط فى حوض ينصب منه ثانيا الى خارج الكراكة بواسطة صارود سواء كان ينقل السائل الى خلف الجسور مباشرة أو يلقيها فى جنابيات محفورة بمسطاح الترعة أو يصبها فى صنادل مخصوصة لهذا الغرض تسمى جبارات

الكراكات ذات الكباش

الكراكات ذات القواديس كما رأينا تغرف قواديسها طين القاع ورمله مع كمية من المياه ولكن اذا كان بالقاع يبوسة بان كانت رماله أو طينته متماسكة جدا أو كان بالقاع كتل حجرية أو زلطية فان قواديس الكراكات ذات القواديس لا تمتلئ من مواد القاع وقد تخرج خالية منها وممتلئة بالمياه فقط ففى هذه الحالة تستعمل الكراكات ذات الكباشات التى هى عبارة عن قادوس جسيم من الحديد بشكل نصف اسطوانة مغلقة الرأسين ومنقسمة طوليا الى قسمين مربطين مفصليا مع بعضهما فى محورهما وراسم الاتصال به اسنان بارزة

وبروز أسنان ربع الاسطوانة يقابل الفجوة الواقعة بين اسنان ربع الاسطوانة الاخرى بكيفية أنه عندما يتصل الربعان مع بعضهما تتعشق الاسنان مع بعضها

وهذان الربعان مرتبطان بعدة جنازير مختلفة الوظيفة وتستمد حركاتها من الآلة البخارية المحركة بواسطة دواليب مخصصة لذلك

والقادوس بجنازيره يعلق فى طرف مقص يرتفع بكفاية بواسطة جنازير تعليق ثم يدلى لأسفل وبسقوطه تفتحه جنازير الحركة فيسقط مفتوحا على القاع وتغوص أسنانه فيه بكفاية على حسب ثقله ونوع مواد القاع وتشد الجنازير ثانيا فيجتمع الربعان على بعضهما حافظين ما فى تجويفهما من مواد القاع التى كبشافيها وعندما يرتفع القادوس للاعلا يدور المقص حتى يسامت القادوس المحل المعد لاستقبال مواد التطهير سواء كان المسطاح أو الجبار حسب الحالة

الشفاطات

الشفاطات وتسمى بالكراكات الرملية هى عبارة عن طلمبات مركزية عادية تصل ماسورة امتصاصها بقاع الترعة فتغرف المواد منه مختلطة بالمياه وتخرجها من ماسورة الانصباب لتنصب فى الجنابيات المخصصة

ويرى من وصف هذه الكراكات أنه يلزم

أولا ــ أن تكون مواد القاع خفيفة جدا كطين روبة أو رمال ناعمة أما الحصى والزلط والاحجار فانها لا تدخل فى ماسورة الامتصاص وان دخلت صغيرة الاحجام منها فانها من شدة سقوطها على مراوح الطلمبة تكسرها أو تأكلها بالتدريج

ثانيا ــ أن تكون مواسير الامتصاص والانصباب مفصلية وخفيفة الحركة جدا حتى تكون طوع بنان المباشر لعملية التطهير لانه لو لم تساعد طلمبة الامتصاص على توضيبها بغاية السهولة لاستمرت ترفع مياها صافية من المحلات التى تكون غير محتاجة للتطهير وكذلك الحال فى مواسير الانصباب لانها تصب المخلوط فى محلات غير لازم الانصباب فيها

ويوجد نوع آخر اخترع حديثا فى الشفاطات له لولب مخصوص فى فم ماسورة الامتصاص يدور بآلة مخصوصة تكسر ما بالقاع من الاحجار والزلط قبل دخوله فى ماسورة الامتصاص

وفائدة هذه الشفاطات ذات السكاكين تكسير ما بالقاع من الكتل الزلطية فى الترع الكبيرة التى يراد تعميقها أو توسيعها كقنال السويس وغيره .

حركة الكراكات

مما ذكر يرى أن الكراكات هى آلات معدة لاخراج مواد القاع منه ورفعها للاعلا والقائها فى المحل المعد لذلك

فهى آلات ميكانيكية ولابد لها من محرك

والمحركات المعروفة للآن هى اثنان البخار واليد الا أن البخار هو المستعمل فى كل الاعمال الكبيرة فى الثلاثة أنواع السالف ذكرها

أما الكراكات التى تحرك باليد المسماة بالكراكات اليدية فهذه كلها من النوع الاول ذى القواديس

أما الكباشات أو الشفاطات فلا يمكن أن تحرك باليد لأن آلاتها تستلزم قوة مهولة وسرعة زائدة

مقطوعية الكراكات

مقطوعية الكراكات أو كمية المكعبات التى ترفعها فى اليوم أو فى الساعة تتعلق بنوعها وقوة الآلات البخارية المحركة لها والكراكات ذات القواديس هى أقواها

وأصغر الكراكات البخارية تطهر ٢٠٠ متر مكعب فى اليوم الذى هو عبارة عن ٨ ساعات وأقواها تطهر ٨٠٠ متر مكعب فى الساعة الواحدة

أما الكراكات اليدية فلا تطهر أزيد من ٢٥ مترا مكعبا فى اليوم وأعماق التطهير بها لا تزيد عن ١,٥٠ متر . أما الكراكات البخارية فانها ترفع مواد القاع من عمق ١,٥٠ متر الى ١٠ أمتار

حساب المكعبات فى التطهير بالكراكات

شاهدنا أن الكراكات تطهر المجارى وهى ممتلئة بالمياه فعمل ميزانية على قطاع التطهير أمر مستحيل ويلزم الالتجاء الى الجس بتعيين منسوب سطح المياه(١) وأخذ أعماق الجس فى عدة نقط من القطاع حسب الاحتياج وحسبما تستدعيه الحالة ولكن الافضل أخذها على ابعاد متساوية وعلى كل متر اذا كان عرض الماء لحد عشرة أمتار وكل مترين اذا زاد العرض عن ذلك

وبرسم هذا القطاع وتطبيق القطاع الذى صار تطهيره بعد انتهاء عملية التطهير يعلم المسطح الذى صار تطهيره فيحسب بالطرق الهندسية المعروفة والمشروحة بالتفصيل فيما سبق

ولكن اذا كانت الترعة ذات ميول منتظمة فانه يمكن بغير خطأ محسوس الاستغناء عن الرسم وتقدير مكعبات التطهير بعملية حسابية بسيطة وهى طرح مسطح القطاع قبل التطهير من مسطح القطاع بعد التطهير فالناتج يكون هو المسطح الذى صار تطهيره اذا كان سطح الماء ثابتا

ويضاف أو يطرح من الناتج المسطح الكائن بين سطحى المائين اذا ارتفعت المياه أو انخفضت عند عمل الحساب الختامى عن استوائها عندما عملت الحسابات الابتدائية

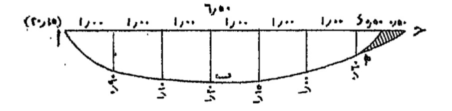
ومتى تحصلنا على مسطحات القطاعات التى تطهرت فتستخرج المكعبات بسهولة حسبما هو مبين فى هذا الكتاب

تطبيق

ولنفرض لزيادة الايضاح أن قطاعا من ترعة صار رصده قبل التطهير فكان كما هو موضح فى (شكل ٤٤) عرض سطح مياهه ٦٫٥٠ ومنسوب المياه ٢٠٫١٥
فسطح القطاع يكون ٥٫٨٠ متر

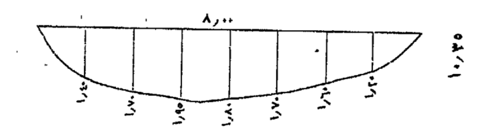
(١) انظر بند ٨١

شكل ٤٤



وطريقة العمل سهلة جدًا لو تذكرنا أن مسطح القطاع ا ب ه د هو مسطح نفس القطاع لو كان الجس الاخير على عرض متر كما فى الجسات الاخرى بعد اسقاط مساحة المثلث ح د ه أما مساحة المسطح ا ب ح فيتحصل عليها بجمع ارتفاعات الجس على بعضها ومساحة المثلث الصغير ح د ه عبارة عن رقم الجس الاخير د ه مضروبا فى نصف الباقى من عرض الجس الاخير من المتر

شكل ٤٥

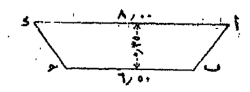


ونظرة بسيطة للارقام الموضوعة على يمين الرسم يتبين كيف تحصلنا على مساحة القطاع بكل سهولة وبعبارة أخرى يتحصل بهذه الطريقة على مساحة القطاع من غير احتياج لرسمه ويكتفى بكتابة أرقام الجس فقط على خط مستقيم وجمعها بأسفلها وطرح مساحة المثلث الجانبى منها كما ذكر

فاذا فرضنا أنه صار تطهير هذا القطاع وتصادف أن منسوب سطح المياه ارتفع ٠٫٣٥ متر عن يوم عمل القطاع الابتدائى وأن عرض سطح المياه صار ٨٫٠٠ متر فسطح القطاع الختامى يكون ١٠٫٣٥ متر كما هو واضح (بشكل ٤٥)

وبما أن سطح المياه ارتفع ٠٫٣٥ متر فيلزم أن يطرح من هذا القطاع الختامى مساحة شبه المنحرف الذى ارتفع به سطح المياه وقاعدته السفلى ٦٫٥٠ متر والعليا ٨ متر وارتفاعه ٠٫٣٥ متر ومساحته هى ٢٫٥٣٧ متر فلو طرحت هذه المساحة

شكل ٤٦



من ١٠٫٣٥ لتحصلنا على ٧٫٨١٣ متر وهى مساحة القطاع الختامى محولة الى سطح المياه قبل التطهير فلو أخرجنا منها مساحة القطاع قبل التطهير وهى ٥٫٨٠ متر لكان المسطح الذى صار تطهيره هو ٢٫٠١٣ متر

تنبيه — مما ذكر يرى أنه صار اعتبار جزأى الميلين المنحصرين بين سطحى الماء من قبل التطهير وبعده عبارة عن مستقيمين واصلين بين نهايتى عرض المياه أى حسب أ ب و د ح كما هو واضح فى (شكل ٤٦)

وهذه الحالة يمكن التسليم بصحتها اذا كانت الميول منتظمة كما قدمنا أو كانت الارتفاعات التى بين استواء الماء من قبل التطهير وبعده متغيرة بحيث يمكن التجاوز عما يكون بجزأى الميلين من الاعوجاجات أما اذا كانت تلك الميول بها اعوجاج وكانت فروقات سطح المياه كبيرة فلا يمكن أبدا التساهل فى اعتبار أجزاء الميول خطوطا مستقيمة ويلزم الرجوع للرسم وحسابها بالدقة

طريقـة أخرى للحساب

يرسم القطاع الابتدائى ويطبق على القطاع الختامى بوضع خطوط الجس فوق بعضها تقريبا أو تحقيقا اذا كان حساب المسطح سيكون بالطريقة الحسابية ومن واقع مناسيب المياه وأعماق الجس قبل التطهير وبعده تتعين مناسيب النقط ا و اَ ، ب و بَ و حـ و حـَ و ء و ءَ ، هـ و هـَ و و و وَ و ... الخ (شكل ٤٧)

شكل ٤٧

وفروقات هذه المناسيب تكون هى الاعماق التى صار تطهيرها ومعلومية مسطح القطاع بعد معرفة هذه الارتفاعات بسيط جدا

خاتمة حساب أشغال الحفر والردم

بند ٨٣ الى هنا قد بينا جميع الطرق المختلفة المستعملة لحساب أشغال الحفر والردم مهما كانت أشكالها ويلاحظ أن جميع القوانين التى تحسب منها الاشغال المذكورة هى مؤسسة على أشكال هندسية وهى تعطى نواتج مضبوطة فقط اذا كان سطح الارض يتغير الى عدة مستويات كحالة أراضى هذا القطر ولكن عندما تكون الاراضى متموجة الى عدة منحنيات فتطبيق أى قانون ما لا يمكن أن يعطى الا نواتج تقريبية ليس الا فاذا أنشأنا جسرا أو طريقا فى أراضى مثل هذه فالانخفاضات التى

فيها تبتلع أتربة زيادة عما تعطيه أى كيفية تقديرية من المقايسات مهما كان نوعها وبالعكس فكميات الاتربة التى تلزم للجسور متى عملت على أراضى مرتفعة أو منتفخة تكون دائما أزيد أو أقل من المقدر لها

ومن هنا يرى أن الصرف للمقاول لا يكون بحسب الكميات المبينة فى المقايسة الابتدائية بل بحسب النتائج المتحصلة من المقاسات التفصيلية المعمولة حقيقة

وليكن معلوما أيضا أن الاتربة تزيد بعد حفرها بكمية مناسبة لجنسها كالبيان الآتى

المتر المكعب من الرمل والحصا	يصير	بعد	حفره	١٫٠٩	متر مكعب	
« من التراب أو الطين	«	«	«	١٫٢٥	«	
« من الطباشير	«	«	«	١٫٧٢	«	
« من الصخر	«	«	«	١٫٨٠	«	

ثم ان طريقة التقدير الاحسن ما يكون هى ما تعطى نواتج عملية مضبوطة مع السهولة فى الحساب وعدم كثرة الارقام

فنظرا للعارفين بالطرق المختلفة للمقايسات المستعملة للآن تكون منفعة استعمال طريقتنا هذه ظاهرة من وفر العمل الجسيم الذى ينشأ عنها وانما على نوع خاص تخص الذين هم غير متمرنين على أشغال مثل هذه بانتخاب هذه الطريقة وأما الذين يرغبون أن يكتسبوا بأنفسهم هذا التمرين فما عليهم الا أن يحسبوا قطاعات قليلة لاى مقايسة للحفر والردم بالطرق السابق ايضاحها لغاية الآن

وفى الختام نقول اننا قد شاهدنا أن حساب الحفر والردم ليس بسيطا جدا أعنى انه لا يمكن ترتيبه بكيفية واحدة بل ان كل حالة لها ترتيب مخصوص فلنفتح أعيننا ونختار لكل حالة ما يوافقها

الفصـــــل الخـامس

(ملاحظـة أشـغال الحفـر والردم)

بند ٨٤ عملية اجراء الحفر والردم هى مرتبطة ارتباطا كليا مع طريقة حساب مكعباتها حتى ان ذكر بعض كلمات يحترس بها الغير مدربين لايخلو من فائدة فانه مهما ظهر أن ملاحظة مثل هذا الشغل بسيطة فهى ليست كذلك أصلا اذ أنه لايوجد جنس شغل يكون عرضة لان يتسبب عنه النزاع والشقاق وسوء التفاهم كما ينشأ عن مقاسات الحفر والردم وذلك مابين المهندس والمقاولين وبينهم وبين أنفارهم الشغالة ومثل هذه المنازعات قد تؤدى الى ادعاآت (١) وهى ليست كثيرا ماتكون نتيجة جهل حيث الحدة والزكاء الموجود عند البعض يجعلانهم ينتهزون كل فرصة ينفعوا بها أنفسهم من أى غلط أو سهو يقع من المهندس الملاحظ فلذلك لايلزم أن يكتفى المهندس بالركون على العلامات التى تترك كمرشد للمقاسات فقط بل يجب عليه أن يحترس من أول ضربة فاس أى من ابتداء البدء فى العمل

ويجب عليه أيضا أن يضع شخصيا مواقع جميع الحفر حتى البروفيلات ان أمكن واذا لم يمكن فيجدها موضوعة له مرارا متعددة جدا بطريقة بها يمكنه أن يتأكد من النتائج المضبوطة التى يتوصل اليها بواسطتها

ويجب أن يعلم أن مثل هذه الاختلافات لاتحصل أبدا على أشغال مرتبة بانتظام ولكنها على العموم تنتج من عدم الملاحظة باهتمام أو من عدم التدرب على العمل

بند ٨٥ العلامات أو البروفيلات — من الضرورى أن يترك بالترع والخزانات والحفائر الأخر خصوصا فى الاراضى الغير مستوية علامات يسترشد بها المهندس فى مقاس الشغل المنتهى لامكان التمييز بين حالته الاصلية والتغيرات المستجدة التى ليس معمولا فيها علامات معينة ومتروكة لهذا الغرض وللوصول لذلك نجد من مسافة

---

(١) هذا هو السبب فى تكليف المقاولين باستخدام مهندسين ذوى كفاءة

الى أخرى كتلا مخروطيـة نابتا على قمتها الحشيش ومغروسا بها الاوتاد وهى التى تسمى عند الشغالة بالعرايس أو بالبروفيلات اذا كانت بعرض الترعة واستعمالها هو لبيان ما كان عليه سطح الارض قبل أن يمس ومن الواجب أن لا تكون مصطنعة ومكونة بل تشتمل على الارض الاصلية متروكة قائمة بسبب حفر الاتربة من حولها والحشيش النابت عليها هو حشيش سطح الارض الاصليـة الذى لم يمسسه أحد ويستمر فى النمو ووجوده يمنع أى غش يعمل فى الارتفاع الاصلى الحقيقى لسطح الارض الطبيعية ويعول عليـه حينئذ عندما يجرى قياس كمية الحفر بعد نهوه ويجب على المهنـدس بداهة ويتحتم عليـه بالضرورة أن يقنع نفسـه بمناظرة قمم هذه العلامات وأن يمتحن الوضع العمومى للارض حتى أنه لا ينطلى عليـه أى غش ما فانه أحيانا تعمل طريقة غش فى هذه العـلامات وهى أن يرفع باحتراس قمتها ثم يضاف بعض سنتيمترات لغاية ثلاثين سنتيمتر للبروفيل وبعد ذلك توضع القمة بحشيشها ثانية وتصلح الجوانب بحيث تظهر كأنها كلها أرض أصليـة واذا لم يكن الحفر كبيرا جدا فمن الموافق أن يترك حائط رفيعـة بعرض الحفر لا يمكن ارتكاب الغش فيها بسهولة

ثم ان هـذه العلامات تنفع أيضا لحفظ أوضاع خط الاوتاد المتوسط الذى هو المحور والذى بواسطته يخطط الشـغل لانها تترك عادة حول هـذه الاوتاد أو حول كل ثانى أو ثالث كلما أوجبت الضرورة ذلك وبهـذه الكيفية فانها تسمح للمهندس وتعينه على وزن الشغل فى أى زمن مقبل سواء كان من أوتاد المحور الاصلية أو قياس المسافات منها الى الجوانب أو أخذ عمق الحفر ولا تزال أبدا الا بعد قياس الشـغل أو فى حالة السرعة بحيث يرى أن ابقاها الزمن أكثر غير مفيد

وقد يتأتى فى بعض الاحيان أن الحفـر فى جسر أو ترعة يكون عميقا جدا وعريضا فى القمة كما يحصل ذلك عندما يراد المرور من تل ففى هذه الحالة لا يمكن ترك هذه العلامات لان قواعدها السفلى تكون بالضرورة كبيرة بحيث أنها تسد الجزء الاسفل من الشغل وحينئذ فالاولى فى هذه الاماكن أن يعين سطح الارض بعمل ميزانية مضبوطة عنها قبل البدء فى الحفر لانه اذا وجدت تجاويف أو بروزات فى الارض الاصلية سواء كان فى تل

أوفى أى محل آخر مما كان يجب رفعه فذلك بسبب زيادة أونقص من كمية الاتربة التى أخذت وكثيرا مايكون ذلك منبع النزاع مع الشغالة

التخطيط

بند ٨٦ فى جميع الحالات التى تؤدى فيها الاشغال بواسطة المقاولين أولا فالمأمول من المهندس أن يضع شغله على الارض استعداد الاجرائه حتى أن مسؤلية شكله وهيئته تقع عليه نفسه

ويعمل التخطيط بغرس شواخص فى الاركان أو الزوايا وشد خيط أو حبل من شاخص الى آخر للحصول على خطوط مستقيمة يلزم تعليمها بعد ذلك باوتاد أو شواخص صغيرة تغرس قريبة من الخط وذلك قبل رفع الشواخص الكبيرة لتخطيط طول آخر

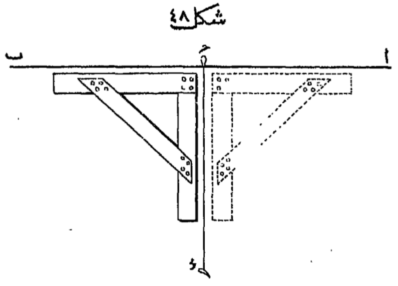
الا أن الاحسن من ذلك كله أن يعلم الخط من أوله الى آخره فى كل طوله أو على مسافات منتظمة إما بحفر صغيرة واما بشق الارض شقا يحدث خدشا على طول الخط بواسطة فاس الى عمق يتعلق بطبيعة الارض وهذا الخدش لايمحى بسهولة فى الارض الجامدة عما اذا كان فى الارض اللينة

واذا أريد تخطيط مربع أو زاوية قائمة على الاض كما يحصل فى حفر أساسات المبانى المربعة أو عمل حيضان مربعة أيضا أو خزانات أو قناطر فيمكن عملها بمثلث المساح أو بالسيودوليت الذى يوجه أولا الى شاخص مغروس وموضوع فى اتجاه أحد الخطين أو أحد الجوانب ثم يتدور الآلة ربع دورة أو ٩٠° فيتحصل على موضع شاخص ثان ثم ان رأس الزاوية تكون فى تلك النقطة التى تعلم بانزال خيط شاغول من مركز الآلة

بند ٨٧ زاوية البنا — ومع ذلك فالطريقة الاكثر استعمالا لتخطيط زاوية قائمة على الارض هى التى يستعملها الشغالة بآلة يستحوزون عليها عادة تسمى زاوية البنا (واذا لم توجد فيمكن عملها بسهولة) وهى فقط عبارة عن قطعتى مسطرة من الخشب طولهما من ١,٥٠ متر الى ٢,٠٠ متر وطرفاهما مربطان مع بعضهما

بحيث يكونان هيئة زاوية قائمــة كما فى (شكل ٤٨) ومحسوكان فى منتصفهما بقطعة أخرى مشابهة لهما تسمر فى اتجاه وتر القطعتين الاخريين

شكل ٤٨



واستعمـال مثل هذه الآلة لتخطيط زاوية قائمة هى أن يشد خيط ا ب فى اتجاه أحد الجوانب المطلوبة ثم تثبت النقطة المراد أن تكون فيها الزاوية القـائمة على هــذا الخط وذلك بغـرس شاخص كالموجود فى نقطة جـ ثم يثبت خيط آخر بهــذه النقطة وبعد ذلك يطبق أحد جوانب زاوية البنّـا قريبة أو موازية للخيط الاول بجعل رأس الزاوية منطبقة على الشاخص وشد الخيط الآخر قريبا من الضلع الآخر للزاوية ويوضع طرفه على شاخص ء ثم تقلب الآلة كما هو مبين فى الشكل بالخط المنقط فاذا كان الخيطان منطبقان فيمكن رفع زاوية البنّـا وتبين الزاوية القائمة المطلوبة على الارض

واذا كان الامر بخلاف ذلك فينصف الزاوية المتكونة من الخيطين والخط القاسم يكون هو العمود المطلوب

واذا كان المراد تخطيط عـدد من الزوايا الاخر المغـايرة للزوايا القـائمة على الارض لمسافات قصـيرة فيمكن عمل آلات مشابهة الى التى وصفناها للغرض المذكور ولكن ذلك ليس ضروريا مالم يكن عددهـا عظيمـا ومع ذلك فعلى العموم يجرى تخطيط جميع الزوايا التى تختلف عن الزوايا القائمة بالتيودوليت

ثم ان الاعمدة المراد تنزيلها على أى خط معلوم يمكن أيضا تخطيطها على الارض بمعظم المسائل التى بها يمكن رسمها على الورق باستعمال جنزير القياس والشريط أو حبل مقسم بدل البراجل ويمكن الحصول دواما على زاوية قائمة تقريبية بواسطة شريط القياس العادى بأن يعمل به مثلث مقادير أضلاعه ٣ و ٤ و ٥ على التناظر أو أى مضاعف لهذه الاعداد

بند ٨٨ خط المحور — أول عملية فى أى شغل من التراب هى أن يخطط أو يعلم خط المحور وأحرف الشغل فبالنسبة لترعة أو جسر أو طريق يلزم أن يوضع خط المحور على الارض بالآلات الطبوغرافية وتغرس أوتاد على مسافات متعاقبة تتغير مع طبيعة وأهمية الشغل الا أن ٣٠ مترا هى المسافة المعتادة فنشدّ حبل على هذه الاوتاد ويعلم خط بالفاس ليدل على اتجاه المحور ثم ان العمق الذى يحفر أسفل كل وتد يعين بواسطة الميزان ويقيد فى دفتر المقاس على نمرة الوتد وثانى عملية فى أى شغل من التراب هو تخطيط حروف الشغل المذكور

ويجب أن لا يكون طول أوتاد خط المحور أقل من ٠٫٢٥ متر ويكون قطاعها مربعا طول ضلعه ٠٫٠٥ متر وتعلم بعلامة مستديمة لا تندرس ولا تمحى فالحبر والبوية يزولان ولكن يمكن تبيين الارقام بحفرها بازميلين صغيرين من الصلب أحدهما له حد قاطع بقدر واحد سنتيمتر ونصف والآخر له طرف مدبب وتبين الارقام التى تحفر على الاوتاد كالآتى

⌊ تبين ١ و ⊔ = ٢ و ⌋ = ٣ و ⊐ = ٤ و □ = ٥

و ⊏ = ٦ و ⌈ = ٧ و ⊓ = ٨ و ⌉ = ٩ و . = ٠

ويجب أن يوضع دائما نقطة فوق العدد لتبين الجهة التى نقرأ منها فمثلا ١٤٦ ⌊ ⊏̇ ⊐ ولكن اذا قرئت مقلوبة فانها تبين ٤٦٩ ومن هنا يظهر ضرورة وضع النقطة ويمكن تفسير هذه الارقام على الدوام متى كان موجودا شرحها واذا كان يحتاج لها الزمن قصير

٣	٢	١
٦	٥	٤
٩	٨	٧

فيستعمل فقط الدهان بالبوية وبالارقام العادية ولكن عمل الارقام بالحفر يستمر أكثر ويلزم عمل علامة بالمشار فى رأس الوتد على بعد ثمانية أوعشرة سنتيمترمن قمته لا يغرس فى الارض زيادة عنها وعلى هذه الثمانية سنتيمتر تنقش نمرة الوتد ويتبين فى المقايسة أن سطح الارض كان دائما أسفل استواء الوتد بقدر ١٠ر٠ متر واذا استعملت أوتاد صغيرة فتفقد فى الغالب أو لا تظهر ويحتاج الحال الى تعب كبير عندما يراد معرفة نقط للاختبار أو للمقارنة أو خلافه

وفى الحفر لا يحفر الوتد نفسه بل يترك مع عمود التراب الذى أسفله فى الحفر ويستعمل كاشارة لمقاس عمق الحفر بدون ضرورة لاستعمال الميزان مرة ثانية

بند ٨٩ تخطيط العروض الجانبية — ولو أن القوانين السابقة لايجاد العروض الجانبية لأى حفر أوردم نافعة فى حساب المكعبات فهى لا تطبق على العموم مباشرة فى التخطيط سواء كان لجسر أو لترعة للسببين الآتيين

أولا — لأن الارض نادرا ما نجد أنها تميل بانحدار منتظم حتى يمكن تطبيق القانون عليها ومن هنا ينتج أن أقل انحراف عن الانحدار الذى حسب كما فى حالة تل أو رابية يجعل العروضات واقعة فى الخارج

ثانيا — حيث أنه يلزم عمل قطاع عرضى فى كل مسافة لايجاد الانحدار الطبيعى للارض (أعنى د فى القوانين السابقة) فالأسهل تحويل القطاع أو رسمه بمقياس وتؤخذ منه العروض الجانبية بالمقياس أولى من بحثها بحثا هندسيا

بند ٩٠ من المحقق أن خط المحور المعلم بالاوتاد الذى خطط على حسبها الجسر أو الترعة تكون منتظمة الا أن هذه ليست دائما الهيئة التى تتكيف بها الاوتاد الخارجة أو أوتاد الجسر الجانبية فانها تكون دواما بحسب تغير شكل الارض على خطوط غير منتظمة أو متعرجة مالم تكن على أرض مستوية استواء تاما ومع ذلك فان الشغل المخطط بها يكون مستقيما ومنتظما عند النهو ويصير فى ارتفاع واحد منتظم

بند ٩١ تعيين الميول — متى تخططت الجوانب أو الخطوط النهائية لجزء من الشغل الترابى فلا شئ بعد ذلك يلزم لكى يأخذ العمل الشكل أو الهيئة المطلوبة الا تفهيم الشغالة اجراء عمل الميول بنسبة اثنين الى واحد مثلا أو باى نسبة أخرى تكون معينة طبعا من قبل ولكن ليس واضحا بادئ بدأ الكيفية التى بها يتحصل على عمل الميل مضبوطة ولبيان ذلك نقول أن هذا مما يمكن تشغيله عمليا بواسطة الآلة المسماة بزاوية خيط الرصاص أو بواسطة الكلينومتر (مقياس الميول)

بند ٩٢ زاوية خيط الرصاص — زاوية خيط الرصاص أو الشاغول مبينة فى (شكل ٤٩) وهى تشتمل على ثلاث قطع من خشب ا و ب و ح مبروزة مع بعضها على شكل مثلث فالقطعة ا هى مسطرة خيط رصاص معتادة كالذى يستعملها البناؤن وهى تمسك رأسيا والقطعة ح مثبتة بكيفية بحيث يستدل بها على الميل المطلوب للجسر والقطعة ب هى فقط رباط لحفظ القطعتين الآخرتين فى وضعهما الزاوى المخصوص وحينئذ لا يحتاج الحال لتكون على زاوية قائمة مع ا

شكل ٤٩

ولو أن الافضل أن يكون كذلك لان الآلة حينئذ تكون نافعة لاغراض أخرى فيمكن استعمالها كزاوية البنا (شكل ٤٨) وبوجود الثقب الكبير الذى يتحرك فيه خيط الشاغول فى كل من طرفى المسطرة المذكورة يمكن حينئذ قلب الآلة بجعل ب هو الضلع السفلى فتصير بعد ئذ ميزانا نافعا لتجربة الاجزاء الافقية من الشغل ثم أن الضلع المائل ح يجب أن يكون طوله ١,٠٠ متر على الاقل ومن الضرورى وجود آلات منفصلة من هذا النوع لكل ميل مخصوص اذا لزم الحال لانتخاب أكثر من ميل واحد وقد يستعمل بدل خيط الرصاص روح تسوية توضع على الضلع ب وبواسطة آلة مثل هذه لا توجد أدنى صعوبة فى اعطاء الميل الضرورى للترع والجسور كما سنبينه

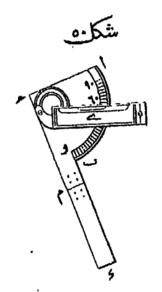
فمثلا فى (شكل ٤٩) يفرض أن ب هو الوتد الخارجى الذى ينتهى اليه الميل فيبتدئ النفر الشغال بفتح ثقب باتساع ٠,٣٠ متر أو ٠,٥٠ متر مابين ب ز ص مع الاحتراس لاعطاء ميل كاف للضلع ب و وعندما يصير عميقا عمقا كافيا وليكن ٠,٣٠ متر أو ٠,٦٠ متر فالنقطة السفلى من المسطرة ذات الخيط الرصاصى تدخل فى هذا الثقب ويجعل ضلعها ح مماسا للميل ب و فاذا كان خيط الرصاص الموجود بالمسطرة منطبقا على الخط الموجود عليها أو أن فقيعة روح التسوية فى الوسط فالميل يكون مضبوطا واذا كان غير ذلك فيلزم تغييره لغاية ما يحصل هذا الانطباق ومتى انتهى ذلك يفتح ثقب آخر مشابها له فى الوتد الخارجى التالى على بعد بعض أمتار للامام ويحقق ويصلح بكيفية مشابهة لما تقدم وعندما تؤخذ الاتربة المتوسطة بهمة زائدة لغاية ما يصير الحفر قريبا جدا من الخطوط المخططة من قبل فعند ذلك تؤخذ الاتربة الباقية بالتدريج باعتناء واحتراس عظيمين ليكون الحفر على حسب الخطوط بالضبط ويلزم تطبيق الزاوية مرارا كثيرة للتحقق من ضبط الشغل وبالعملية بعينها تخطط وتصلح الميول من الجانب الآخر(١) وبالجملة جميع الشغل من أوله الى آخره

بند ٩٣ الكلينومتر أو مقياس الميول — ومما يستعمل أيضا لمعرفة درجات الميول الآلة المسماة كلينومتر (شكل ٥٠) وهى تتركب من ربع دائرة ا ب نصف قطرها تقريبا ٠,٠٥ متر متصلة بقضيب مستو ح ى طوله ٠,١٥ متر وأن ربع الدائرة مقسم الى درج من ب الى ا والتقاسيم الملتصقة به يمكن تقييدها بحسب الارادة لمعرفة نسبة الميول المطابقة سواء كانت ١ الى ١ أو خلافه ويوجد قضيب بصفة عضادة (السداد) ى يدور حول مركز ربع الدائرة ويحمل روح تسوية ويوجد فى نقطة م مفصلة بها يمكن تطبيق القضيب وحمله فى الجيب ثم ان طريقة استعمال هذه الآلة ظاهرة حتى انها لا تحتاج الى زيادة ايضاح ما

---

(١) ويوجد عند المقاولين دوامًا أناس مخصوصون لتنظيم الميول المذكورة يسمون ميالة

شكل ٥٠



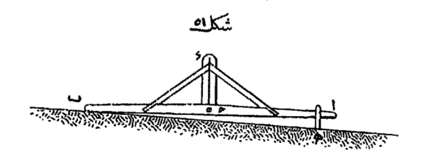
بند ٩٤ ويمكن أيضا امتحان درجة الميل تقريبيا بتشكيل مثلث قائم الزاوية من شاخص أو عصابة تكون فى اليد توقف رأسية على سطح الجسر (بحيث يكون أفقيا بقدر الامكان) وتوضع على بعد من حرفه بقدر نسبة الميل المستعملة ثم يمسك شريط أو حبل من قمة العصابة حتى يمس رأس الميل ويمد على استقامته الى أسفل فاذا كان الشريط مع بقائه مستقيما استقامة تامة منطبقا فى جميع هذه المسافة على الميل فيكون هذا الميل مضبوطا والا فلا

بند ٩٥ تعيين الانحدار الطولى — وان كان كل من زاوية خيط الرصاص ومقياس الميل (الكليتومتر) يمكن بها اجراء أشغال الحفر والردم مهما كانت أشكال قطاعاتها العرضية فيلزم أيضا تبيين بعض طرق لارشاد الشغالة أيضا فى عمل القطاع الطولى للشغل

هذا وان انحدار الطرق لا يزيد عن ١ فى ٣٠ الا نادرا وهو على العموم أقل من ذلك كثيرا فاذا فرض فى مسطرة خيط الرصاص أن ب (انظر شكل ٤٩) قدر ١ ٥٠ مرة فيؤول الامر الى أنها تكون ذات حجم ثقيل ولا يسهل استعمالها لاى غرض كان الا أنه يتوصل بسهولة لهذا الغرض باستعمال ميزان البناء الكبير المبين فى (شكل ٥١) فالعارضة ا ب توضع أفقية بالضبط برفع أو خفض احدى النهايتين

لغاية ما أن خيط الرصاص المعلق فى د يسقط بالضبط على حـ فمثلا اذا فرض أن الميل المطلوب هو ١ فى ٦٠ وأن طول العارضة اب هو ١,٥٠ متر فيجعل اهـ مساويا الى ٠,٠٢٥ متر (= $\frac{1}{60}$ من ١,٥٠ متر) فتدق أوتاد بمساواة ب و هـ

شكل ١٥

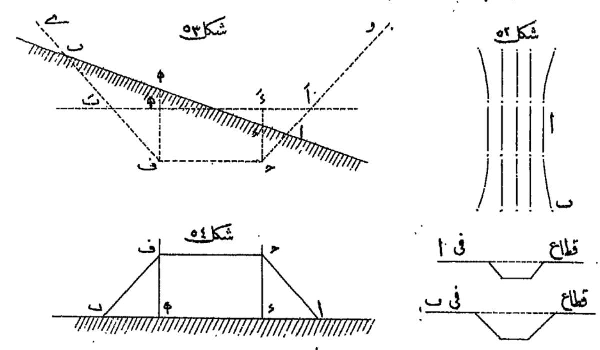


فحينئذ يتعين ميل الطريق الى مسافة بعيدة ثم يرفع الميزان و يوضع ب فوق الوتد الذى غرس فى هـ وهلم جرا الى مسافة ١٠,٠٠ أو ١٥,٠٠ متر ثم يشد حبلا محربا فوق هذه الاوتاد ويعد مستقيما فيتعين به الانحدار الى أى طول لجهة الامام

بند ٩٦ النبليت أو اللح — ويوجد طريقة أخرى لوضع الميل الطولى بواسطة مايسمى بالنبليت أو اللح وهى عبارة عن قوائم مستقيمة ذات طول واحد بها قطع أخرى عرضية عمودية عليها مثبتة عند قمها كشكل T وبواسطة الميزان يغرس وتدين فى خط المحور متباعدين بنحو ٢٠ متر تكون رأساهما بالضبط فى الميل المطلوب ثم يوضع على هذين الوتدين اثنان من هذه النبليت بحيث تكون قطعها العرضية عمودية على خط المحور ويؤتى بنبليت ثالثة تمسك رأسية فى أى نقطة فى الحفر على خط واحد مع الاثنين الاخرين فاذا كان استواء الحفر هو على الميل المطلوب فالرؤس الثلاثة للنبليت تكون على خط مستقيم واحد وبهذه الكيفية يمكن اجراء الحفر بانحدار منتظم وسواء كان مستعملا ميزان البناء أو النبليت فيجب غرس أوتاد على مسافات كثيرة متعاقبة بطول خط المحور تكون رؤسها بالضبط مرتبة بحسب انحدار التصميم وذلك بواسطة الميزان حتى يمكن مراجعة وضبط الشغل والا فالشغل يكون غير مضبوط لأن البواعث لحصول الغلط كثيرة

بند ٩٧ قد جرت العادة أن يخطط عرض قاع الحفر على سطح الارض بخطوط موازية لخط المحور حيث فى الغالب يؤخذ أولا الجزء المتوسط المعروف بالصندوق وبعد ذلك تنزل الميول

بند ٩٨ يلزم بعد ذلك تخطيط أحرف الميول ولذلك فعرض الميل أى المسافة ما بين موقع العمود المنزل من نهاية الميل وبين أول نقطة من عرض القاع تتغير بالطبع بتغير عمق الحفر وهى بقدر س مرات العمق على حسب الميل المقرر س الى ١ وتخطط هذه العروض من الاوتاد الموجودة ثم يمد خيطان من نقطة الى نقطة لتبيين قة الميل (انظر شكل ٥٢)



بند ٩٩ واذا كانت الارض الطبيعية مائلة على اتجاه خط الترعة فعروض الميول تكون أكبر فى الجانب الاعلا مما لو كانت الارض مستوية وأصغر فى الجانب المنخفض (انظر شكل ٥٣) فان هـ ب أكبر من هـ بَ و ا د أصغر من ا دَ ولكن الميل العرضى هذا هو نادر فى بر مصر بحيث لا يستحق أن يعمل له حساب أو يجرى اعتباره وانما يحتاج الحال لاعتباره دائما فى الاراضى الجبلية[1]

(١) انظر بندى (١٠٢ و ١٠٣) لتخطيط العروض الجانبية فى الاراضى المائلة

بند ١٠٠ واذا كان الشغل الجارى عمله جسرا عوضا عن أن يكون ترعة فالتخطيط يعمل بطريقة مشابهة لما تقدم بالضبط ـ خط المحور ـ عروض القمة ـ قدم الميول ـ ولكن جرت العادة غالبا أن يوضع بروفيلات كما فى (شكل ٥٤) فى كل وتد أو الاوتاد التى تسمح بها الفرصة وهذه البروفيلات يجرى عملها بوضع قوائم متباعدة عن بعضها بقدر عرض قمة الجسر كما فى ء هـ وتبيين الارتفاع الحقيقى عليها ثم يربط حبل جامد من الوتدين المبينين للعروض الجانبية مثل ا حـ ف ب ثم يؤتى بالاتربة وتكوم لحد الحبل

بند ١٠١ الجسر الزائد أو الجسر الجانبى أو ناتج التطهير ـ أحيانا يكفى التراب المحفور من الحفر لعمل جسرين يكونا جزأ من الشغل بعينه أو لترميم الجسرين اذا كانا موجودين ومحتاجين الى ذلك ولكن اذا كانت توجد أتربة أكثر مما يحتاجه الجسران فتعمل بهيئة جسر جانبى وينبغى وضعه بحالة حسنة وبشكل منتظم ويسمى جسرا زائدا أو جسرا جانبيا وينبغى حساب المسافة التى يشغلها فتعلم الارض عند عمله كما تعلم لاى جسر آخر(١)

أما فى حالة عدم كفاية أتربة الحفر لعمل الجسر المناظر لها فينبغى حفر حفر مجاورة للجسر المراد ردمه تؤخذ منها الاتربة اللازمة للجسر(٢) وهذه الحفر تحسب وتخطط كما يناسب كل حالة خصوصية

يجب أن ينتبه الى أن الاتربة الملقاة على ارتفاعات غير منتظمة فى جسر جانبى تعطى له منظرا رديئا وانه من الضرورى رمى الاتربة الزائدة هذه على ارتفاع معين وجميع الزيادة تلقى خلف الجسر عندما يستوفى ذلك الارتفاع حتى أن الجسر الزائد يكون ذا ارتفاع منتظم فى جميع طوله وان كان تجوبه فى الارض متغيرا وذلك الارتفاع الذى يتقرر يلزم طبعا أن يتغير بنسبة هيئة الارض وبنسبة المقدار المتوسط للاتربة الزائدة المراد وضعها فكل هذه الامور يلزم مراعاتها فى تقرير هذه المسألة

---

(١) انظر المنشور العمومى لتطهير الترع بند ١١٩
(٢) انظر قانون عمل الحفر لتصليح الجسور بند ١١٦

هـذا ولا يجب أبدا أن يوضع الجسر الزائد أو الجسر المعتاد على حافة الحفر مباشرة بل يلزم أن يترك مسطاح ما بين قة الحفر وقدمة الجسر الذى فوقه وعرض هذا المسطاح يتغير بنسبة عرض الجسر وأحوال أخرى وبهـذه المثابة يعلم أيضا أنه لا يجب أن تعمل حفر لتؤخذ منها الاتربة قريبة من قدمة أى جسر ما(١)

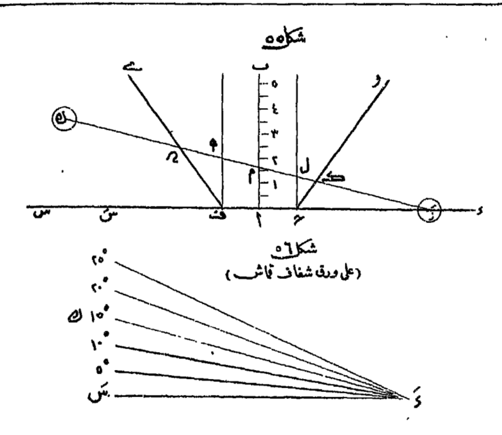
بند ١٠٢ تخطيط العروض الجانبية عندما تكون الارض مائلة — يوجد جملة طرق مختلفة لايجاد هـذه العروض أبسطها أن يرسم قطاع الشغل أى أورنيك التصميم بمقياس كبير مناسب وليكن ٢٠و. متر للمتر فى أغلب الاحوال التى يحتاج اليها كما هو مبين بالخطوط المجزأة و ح ف ے (شكل ٥٣) ثم يرسم عليه خط القطاع العرضى للارض الطبيعية فى الموقع الموجود به على ارتفاعه الحقيق فوق قاع الترعة كالمستقيم ا ب ثم تقاس مسافات العروض ا ى و هـ ب على هـذا الخط وهـذا فى الحقيقة يأخذ شغلا طبوغرافيا أقل عما فى الطريقة المعتادة وزيادة عن ذلك فان هذه الطريقة مضبوطة ضبطا كافيا

بند ١٠٣ طريقة عملية للحصول على العروض الجانبية فى الاراضى المائلة — يرسم بمقياس كبير على فرخ منفصل من الورق قطاع أورنيك و ح ف ے (شكل ٥٥) للحفر المراد تخطيطه وفى هذا الشكل يدل ح ف على الجزء الافقى و و ح و ف ے الميول الجانبية ثم من المحور ا يرسم خط رأسى ا ب ويقسم الى أمتار وأجزاء من عشرة منها بمقياس القطاع بعينه

أما (شـكل ٥٦) فهو مقياس للدرجات منفصل مرسوم من الاصل ٢/٣ ويلزم رسمه على ورق شفاف قماش لكى يمكن وضعه على (شكل ٥٥) ليرى منه ثم ان ميل الارض المائلة يكون معينا بالطبع من الميزانيـة العموميـة لكل وتد أما اذا عمل هـذا الشغل فى الغيط فميل الارض المائلة يقاس فى كل وتد حالما يخطط الشغل مباشرة

---

(١) انظر قانون عمل الحفر لتصليح الجسور بند ١١٧ والقيود الهندسية العمومية بند ١٢٢

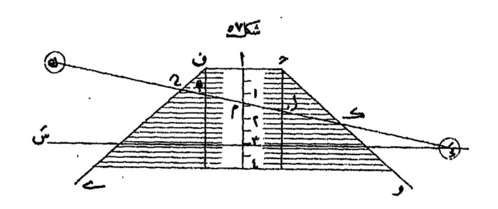


ولنفرض الآن أن دَ لَ (شكل ٥٦) هو ميـل الارض المائلة المراد تعيين عروضها الجانبية وأن م ا (شكل ٥٥) هو عمق الحفر فيوضع الشفاف (شكل ٥٦) على القطاع (شكل ٥٥) حتى ان الخط دَ سَ ينطبق على د س وبتحريك الشفاف بطول هذا الخط د س لغاية ما ان نقطة م (شكل ٥٥) (التى تدل على عمق الحفر فى هـذه النقطة) تمس الخط دَ لَ (شكل ٥٦) فيتكون شكل ك ح ف هـ يدل على القطاع الحقيقى للحفر المطلوب على الارض المائلة وحيث معلوم لنا الميـل دَ لَ مع عمق مساو الى م ا أسفل وتد المحور م فالعروض الجانبية م ك و م ل و م هـ و م هـ يمكن قياسها حينئذ بالمقياس و بعـد ذلك تدق أوتاد فى الارض تبين المسافات المتحصلة بهذه الكيفية بعـد تحويلها بحسب المقياس الاصلى الذى يكون بالطبع هو نفس المقياس الذى رسم به قطاع الاورنيك و ح ف ے

و يلزم عمل هذا الشغل ان أمكن بالمكتب ولكن يمكن أيضا عمله فى الغيط

واذا كان الشغل المراد عمله جسرا فعكس هذا الترتيب بعينه يعطى العروض الجانبية كالمبين فى (شكل ٥٧) ويكون من الضرورى فقط رسم عدة خطوط متوازية على قطاع الاورنيك لتساعد فى وضع الشفاف فاذا كان ى ل يدل على الميل الجانبى للارض المائلة وكان م ا هو ارتفاع الردم فتكون الابعاد م ك و م ل و م هـ و م ن هى العروض الجانبية المطلوبة .

شكل ٥٧



واذا كان للارض ميل فى الجهة المضادة فبداهة يكون من الضرورى قلب الشفاف اذ انه يمكن استعماله فى كل جانب

بند ١٠٤ الشريط – ان الآلة المناسبة كثيرا ليس فقط لتخطيط شغل جسر أو ترعة بل لقياسها عند نهوها أو فى أثناء العمل هى شريط الجيب الملفوف الذى يقسم لهذا الغرض الى أمتار وسنتيمترات من جهة ومن الجهة الاخرى أقداما وبوصات وأمثال هذه الشرائط موضبة فى علب من الجلد على ملفاف من النحاس الأصفر تطوى به داخلها ويوجد فى طرفه حلقة لمرور الصباع منها ولمسك الشريط من طرفه الابتدائى وبعض الشرائط تحسب فيها الحلقة من ضمن المقاس ويلزم فى استعمال الشرائط أن المهندس يحفظ العلبة فى يده ويعطى الحلقة لمساعده ليمسك بها على النقطة المراد القياس منها وبذلك تكون أمامه هو الارقام التى تعطى نتيجة المقاس والتى يجب أن تكون على الدوام تحت نظره

هذا وان الشرائط عرضة لأن تحتك فى الحروف خصوصا اذا كانت أكبر قليلا من العلبة وهى حالة تحصل غالبا عندما توضع أشرطة جديدة فى علب قديمة أو عندما تلف بغير اعتناء والعلبة الواحدة الجيدة تداوم على أشرطة كثيرة وعند لف أى شريط يجب أن يعتنى به بحيث يدخل بلطف ما راً بين الاصبع الوسطى والسبابة واذا لم يعمل ذلك فيكون عرضة لأن ينفتل أو ينثنى على بعضه داخل العلبة وعند اخراجه فيسحب بقوة فيتلف بسهولة فالطريقة المناسبة فى مثل هذه الحالة هو فك برعة لدوران واخراج الشريط من العلبة من الفتحة التى فى وسطها

وبما أن آلة الشريط المعدة للقياس هى آلة نافعة جدا للمهندس فى كثير من أعماله وحيث أنه يتلف بسرعة من الاستعمال وأن العلبة الجلد والملفاف يكونان فى حمى عن التلف لصلابتهما فكل مهندس حينئذ يجب عليه أن يعرف كيفية تهيئ شرائطه وتجديدها فيلزم أن ينتخب الاشرطة ذات الخيوط الجيدة المتينة (التى ليست من القطن) بعرض واحد منتظم يختلف من سنتيمتر ونصف الى اثنين ثم يجرى شده جيدا فى مسافة طويلة بين قائمين فى الهواء الخالص ويدهن كلا من جانبيه فى هذا الوضع بالزنك الابيض المعجون فى الزيت كالذى يستعمل فى دهانات المنازل ويترك لغاية ما يصير جافا للغاية ثم يؤخذ ويوضع على تربيزة طويلة لتقسيمه بالدوبلديسمتر والبرجل وتعلم التقاسيم بالقلم الرصاص وأخيرا بالدهان الزيتى الاسود بواسطة قلم من بسط جاف أما الاقسام الكبيرة كالامتار والاقدام و . . . . الخ فانها تكتب عادة بالزنجفر (١) المسحوق فى الزيت لكى ترى واضحة أكثر من غيرها

---

(١) الزنجفر هو سلفيد الزئبق المحضر على هيئة مسحوق ذى لون احمر لامع

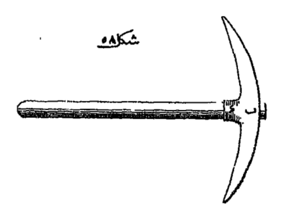
الفصـــــل السادس

(الادوات المستعملة لاجـــراء الحفر والردم)

بند ١٠٥ الادوات المستعملة فى القطر المصرى لاجراء أشغال الحفر والردم هى عادة الفاس والمقطف فالفاس أشهر من أن توصف أو تعرف اذ هى من أبسط الادوات الممكن عملها بواسـطة الحداد المعتـاد والفوس التى تستعمل على الخصوص فى أشغال الحفر والردم هى كبيرة جدا وذات صنعة خصوصية ولا يطيق استعمالها الانفار الشغالة العاديين وتستعمل الازم فقط لفصل أجزاء الارض عندما تكون صلبة جدا

بند ١٠٦ الأزمة ـ حالما تكون الارض جامدة وثابتة يلزم كسرها بآلة قوية جدا ولهـذا الغرض تستعمل الازمة وهى تصنع من الحديد ذات طرفين مدببين من الصلب ملحومين معها ويكون شكلهما مقوسا كالهيئـة المبينة فى (شكل ٥٨)

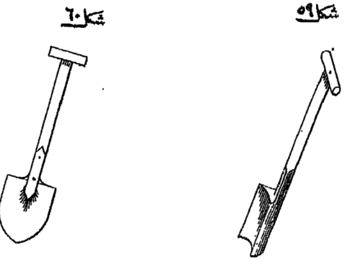
شكل ٥٨



ويجب أن تكون ذات طرفين فى أشغال الحفر المعتادة وبكمية معـدن متساوية فى كل طرف حتى تكون موزونة فى اليـد والمسافة المعتبرة أنها أنسب ما يكون من احدى النهايتين الى النهاية الاخرى هى ٠,٦٠ متر ويلزم أن المعـدن لا يزن أكثر من ٤ الى ٥ كيلوجرام واذا كانت أثقـل من ذلك فتتعب الشـغال على غـير فائدة تناسب ذلك فى الشـغل ومعظم النـاس يفضـل الآلة التى طرفها كالازميل بعرض ٠,٠٢٥ متر بدلا من أن يكون حادًا جدًا

والعيب الواضح فى الازم (كما تعمل عادة) هو عدم وجود العمق والمتانة الكافيين فى العين التى تدخل فيها اليد الخشب لأنها تفسد من هذا المحل أو تنكسر عادة وجوانب الالواح المعدنية التى تعمل منها العين يلزم أن لا تكون فقط سميكة للمتانة بل يلزم أيضا أن تكون بالأقل من ٠٫٠٨ الى ٠٫١٠ متر من ب الى ء لكى تقبل تثبيت اليد بها جيدا اذ لا يخفى أن عملية هذه الآلة هى التواء ومالم يتبع هذا التركيب فالأيادى الخشب تنكسر على الدوام أو تنحل وينتج من ذلك تعب شديد هذا وان الازم تحتاج لحدّها وتصليحها وأذا كان لا يوجد حدّاد قريب من محل العمل فيلزم أن تصطحب بحدّاد وكور متحرك مع الشغالة خصوصا فى الاشغال المهمة التى تستدعى ذلك

بند ١٠٧ وقد يستعمل أحيانا فى أشغال الحفر الجراف المعروف بالكريك والمستحسن فيه هو الذى يكون شكله قلبى كالمبين فى الشكل الآتى بدلا من المستقيم الحافة على أن كلا النوعين مستعمل وقد تستعمل أحيانا بأيادى طويلة ولكن ذى اليد المنعطفة كالمبين فى الشكل هو أمتن وأرخص انموذج فيها



بند ١٠٨ المقاطف — هى الآلة المستعملة لشيل الأتربة فى أشغال الحفر والردم عادة عندما تكون مسافة نقل الأتربة ليست كبيرة وهى فى هذه الحالة أوفر بكثير من استعمال أى نوع من العربات ثم أن المقطف هو آلة الحمل الطبيعية فى هذه البلاد حتى انها لا تحتاج لأى توضيح مّا يبين كيفية استعمالها وباجتماعه مع الفاس يكونان

أدوات الحفر والردم المعتادة بالقطر المصرى ثم ان المقاطف يمكن الحصول عليها بسهولة فى كل محل بثمن قليل فانها تصنع من سعف وليف النخيل الموجود بكثرة بالقطر المصرى مع أن ثمن العربات أغلا بكثير

وقد يستعمل فى نقل الأتربة العربات اليدية والعربات التى تجرها الخيول أو التى تسير على القضبان أو غيرها ولكن ذلك لا يحصل الا عندما تكون مسافة نقل الأتربة كبيرة جدًا ومقدار الاشغال جسيما ونظرا لكون استعمال ذلك نادرا فقد ضربنا عنها صفحا اكتفاء بذكر الادوات السابقة المستعملة فى أشغال الحفر والردم الخاصة بالترع والجسور

الفصـل السابع

(الحفـر)

بند ١٠٩ ينبغى أن يلاحظ أنه يكون من المستحسن كثيرا والموافق جدا جعل الحفر والردم متساويين فى المقادير التكعيبية بالنسبة لجسر أو ترعة أو غيرهما وأن هذه الكيفية معتبرة كقاعدة عمومية

والغرض من ذلك يتضح من أن الاتربة المتحصلة من الحفاير يجب أن ينتفع بها وأن تكون على قدر اللزوم فقط لردم الجسور الضرورية ففى حالة الطرق العادية وجسور السكك الحديد قد يتأتى أن تكون بعض الاجزاء فى الحفر ويلزم تعلية الطريق بالردم فى الاجزاء الاخرى فعندما يكون اتجاه الخط معينا فيكون العمق أو الارتفاع فى كل منها بالتناظر ذى مقـدار ثابت وهى فقط لحدّ حدّ محدود بحسب اختيار المصمم وبهـذه الكيفية فان تطبيق القاعدة السابقة المعطاة بالضبط يكون من الصعوبة بمكان ان لم نقل أنه لا يكون فى الاستطاعة اتباعها حتى لو اختير بعض التغيير فى عروض الاشغال الترابية بالنظر لعدم امكان تغيير المناسيب الثابتة لهذه الاشغال

أما فى حالة الترع فالحفر والردم جاريان جانبا بجانب وقد تكون الجسور غير ضرورية بالنسبة للاغراض المعمولة لأجلها الترعة ذات الارتفاع والعرض المعينين اذ ربما تكون أبعادها معمولة بحيث أن الجسور لا تكوّن جزأ من المجرور المائى (القطاع المغمور) أعنى أن يكون هـذا المجرور أسـفل الارض الطبيعية بالمرة . ومع ذلك فهذا لا يكون دائما وحينما تكون الارض الطبيعية منحطة فيكون القطاع المغمور جزء منه فى الحفر وجزء منه محدودا بجسور جانبية وقد يتأتى أن يكون سطح الارض الطبيعية فى استـواء منخفض كثيرا يقضى بأن يكون المجرور المائى على ذلك السطح وجوانبها تكون جميعها من ردم معمول وقد يتأتى أيضا أن الجميع يلزم رفعه فوق استواء الارض فالقاع وكذلك الجسور تكون من أتربة معمولة ففى الحـالتين الأخيرتين (النـادر وجودهـما) لا يوجد حفر فى هذه الأجزاء من الخط فيلزم استحضار الأتربة من محل آخر ومع ذلك فقد يعمل ترتيب

فى وضع الخط اذا كان ذلك ممكنا بحيث أن بعض الأجزاء المجاورة تخترق أراضى عالية يلزم توطيتها حتى يتحصل من حفرها على كميات الأتربة المطلوبة للجسور وعندما يكون ذلك غير ممكن أو حينما لا يمكن الحصول على المقدار المطلوب بالتمام فيلزم والحالة هذه أن يؤخذ التراب مما يسمى (حفر جانبية) وهى حفائر تعمل لهذا الغرض فى كل من جهتى الخط واذا كان الحفر يعطى أتربة زيادة عما يلزم للجسور فكمية الأتربة الزائدة عن اللزوم توضع عادة على خط موازى للشغل الاصلى فى أى موضع مناسب وهذا ما يسمى عادة ناتج التطهير ومع ذلك فقد يحصل فى الغالب حالات وخصوصا فى بلد كالقطر المصرى التى فيها الاراضى ليست غالية فى جميع المحلات يرى فيها أن الأوفر كثيرا عمل الجسر من حفر جانبية قريبة من اليد بدلا عن جلب الأتربة من حفر بعيدة ومن جهة أخرى قد يشاهد أنه يكون من الاقتصاد رمى جزء من المواد المتحصلة من حفر ما وجعلها جسرا جانبيا عما يجرى مشالها الى جسر بعيد فهذه النقط يلزم أن يقررها المهندس بحسب ما يراه موافقا فى كل حالة واختيار الأحسن منها

الفصـــــل الثامن

(الردم)

بند ١١٠ أحسن المواد لردم الطرق هي ما كان فيها الثبات الاحتكاكى أعظم ما يكون والتي يحصل فيها أقل هبوط مثل كسر الصخر والحصا والرمل النظيف أما الطين المبلول والطينة الزراعية وغيرها فهى أدنى من السابقة فى ردم الطرق على أنها أحسن بكثير اذا استعملت فى ردم الجسور الحافظة للمياه كجسور الترع والحيضان وغـيرها

يمكن عمل الردم بثلاث طرق . أولا بطبقة واحدة . ثانيا بطبقتين سميكتين أو أكثر . ثالثا بطبقات رقيقة متوالية

فالاولى هى الطريقة الأرخص والأسرع وهى الوحيدة المتبعة فى معظم الحالات حيث لا يوجد سبب مخصوص الى استعمال ما يخالفها لأن الاتربة ترتفع فيها مرة واحدة الى تمام الارتفاع المقرر برميها من ابتداء الجسر الجارى ردمه ومن نهاية الجزء المنتهى منه حيث يتقدم الشغل ولكن لهذه الطريقة عيب وهو عدم الدك والتراب من طبيعته معرض الى مقدار عظيم من الهبوط بعد نهو العمل ويحتاج الى زمن أطول ليهبط بالتدريج بخلاف ما اذا عمل جملة طبقات دكت أولا فأولا

فالطريق أو أى شغل آخر المنشأ على سطح الجسور المكونة هكذا تكون بالتبعية لذلك عرضة الى الاختلال والخسارة بعد نهوها فى الحال ولا يوجد هـذا العيب اذا استعملت هذه الطريقـة فى ردم الشـغل الترابى المسموح بابقائه مدة من الزمن قبل أن يسـتعمل لغرضه النهائى

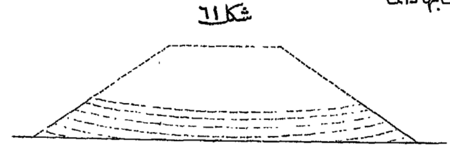
الثانية بطبقات سميكة ــ هذه العملية تستعمل فى الردم ذى الارتفاع الكبير وهى أن يعمل الجسر بنصف الارتفاع المصمم عليه أولا وترك هـذه الطبقة مدة من الزمن لتهبط قبل البدء فى أخرى وهـذه الطريقة تأخذ زمنا طويلا وشـغلا زائدا ولذلك فينـدر استعمـالها ومع ذلك فهى نافعـة فى عمل الجسور حينمـا تـكون الارض جامدة ومعظمها

بشريد مشتمل على كتل زاوية لايمكن أن يتكون منها كتلة مندمجة الا بعد ما تطرى قليلا وتنكسر بتأثير الهواء

الثالثة بطبقات رقيقة — هذه الطريقة وان كانت بطيئة جدا وكثيرة النفقات عن كل من الطريقتين الموضحتين قبل فهى الافضل حيث أنها تحقق أعظم التماسك والثبات وهى عبارة عن وضع الاتربة بهيئة طبقات يتغير سمكها من ٠,٢٥ متر الى ٠,٥٠ متر وتدك كل طبقة بالمندالة مع الرش خفيفا بالماء لتصير مندمجة وثابتة قبل وضع الطبقة التالية ومن المستحسن جعل هذه الطبقات مقعرة (شكل ٦١) فقد وجد ان هذا التركيب يساعد كثيرا على منع الانزلاق فى الردم المستجد

وبما أن هذه الطريقة متعبة ومطولة فلا تستعمل الا فى أحوال خصوصية فقط المهم منها هو الردم خلف الحيطان الساندة وخلف أجنحة وأكتاف القناطر والبرابخ وفوق عقودها وفى عمل جوانب الترع وجسور خزانات المياه والسدود الحافظة لمياه الحيضان كسد فتحة نكلا الحافظ لمياه آخر حوض بمديرية الجيزه ففى مثل ذلك يجب انتخابها دائما

شكل ٦١



بند ١١١ ظروف الاحوال هى التى تقرر فى كل حالة الكيفية التى يعمل بها الجسر فالطريقة الاقل مصرفا والتى تؤدى الى اجراء العمل المطلوب بحالة حسنة هى القاعدة التى تفضل هنا عن جميع الطرق الاخرى ويجب فى جميع الردم كسر البشريد والقلاقيل أو الكتل الجامدة الكبيرة قبل وضعها فى المقاطف أو تترك فى الحال فى محلها والا فالجسر يكون ملآنا بالتجاويف وغير متين وان أنفار الشغل فى الحالة التى يوجد فيها البشريد يستسهلون مشال هذه الكتل الكبيرة بما أنها تساعد فى زيادة

كمية الردم المقررة عليهم ففي هـذه الحالة يلزم وجود أناس آخرين لتكسيرها حالما تصل الى الجسر حتى أنها لا تغطى وتنسى

ومع ذلك فان البشريد المذكور لا يتواجد الا حينما تكون الارض صلبة في زمن الصيف فالاوفق اجراء عمليات الحفر والردم في الشتاء بقدر الامكان أعنى حينما تكون الارض لينة منعا لما عساه أن يحصل من وضع البشريد بالجسور الامر الذي ينبني عليه حصول قطوع بها ينتج عنها خسائر جسيمة فضلا عن عدم انتظام الشغل فعلى المهندس حينئذ أن يبادر بتجهيز رسوماته ومقايساته بحيث تكون حاضرة جميعها في شهر يناير على الاكثر للبدو في العمل حيث ان ذلك يساعد على الانتظام بقدر ما يمكن في الشغل خصوصا وأنه في هذا الفصل تتواجد أنفار الشغل بكثرة لعدم وجود أشغال زراعية

بند ١١٣ هبوط الردم — جميع الاتربة المعمولة حديثا هى عرضة لأن تهبط أعنى أن سطحها ينحط والكتلة الكلية تنكمش وذلك بعد تمام الشغل ومقدار الهبوط يتعلق بطبيعة التراب وارتفاع الشغل والطريقة التى عمل بها وهو يكون أقل اذا كان التراب مدقوقا جيدا بالمندالة وقد وجد في الاشغال ذات الابعاد المختلفة المتساوية في الاحوال والظروف الاخرى أنه يتغير تقريبا بنسبة مكعب الارتفاع ونادرا ما يقل عن $\frac{1}{12}$ من الارتفاع الاصلى ولا يزيد عن $\frac{1}{5}$ وأحسن طريقة لتعيين الهبوط المناسب المحتمل لجسر مصمم عليه هو أن يعمل تجربة على طول قصير منه فالمقدار الذى يعرف بهذه الكيفية نظير الهبوط يلزم اضافته في انشاء باقي الجسر وقد اعتبر كقاعدة عمومية في جميع أشغال الردم أن يضاف عشر ارتفاع الردم قيمة ارتفاع هذا الهبوط

هذا وأن هبوط الرمل النظيف لا يكاد يعتبر تقريبا وأما هبوط الاتربة الاخرى فيتغير بحسب أجناسها

و بمناسبة عدم قابلية الرمل النظيف للضغط يستعمل كثيرا لملأ الاساسات العميقة في الارض المردومة لكي يقل بذلك تكاليف البناء فانه عند حفر أساسات أحد المنازل قد وجد أن الارض الاصلية الجامدة على عمق أزيد من الخمسة أمتار فلئت حفائر الاساسات لغاية ما بقى على سطح الارض نحو ٠,٧٥ متر فقط برمل نظيف رطب موضوعا

طبقات ومدقوقا قليلا عند الاتذات حد مدية وعلى هذا وضعت ستين سنتيمتر خرسانة حتى جدت وصار تميم مافوقها من البناء ومع أن أسقف هذا البناء كانت تشتمل على عقود من الطوب الاحمر فلم يظهر بها أى نوع ما من الشروخ أو الهبوط من منذ ما تم هذا البناء الذى مضى عليه نحو ١٣ سنة

بند ١١٣ ان الميول الجانبية للردم كما ذكر ذلك سابقا تكون أقل ميلا عن ميول الحفر فى الارض ذات الطبيعة الواحدة فان الاتربة فى الحالة الاولى صارت مفككة حتى صارت لا تستقر من نفسها على ميل عال كالذى يمكن أن تبقى به الاخرى التى لم يجر تحريكها من موضعها الاصلى فى الارض فان هذه يمكنها أن تقف بميل عال ويستنتج من ذلك أنه يلزم اعطاء جسر الردم ميول مطابقة لزاوية ميل التراب المخصوص المعمول منه هذا الجسر للتحقق من الثبات دواما على أن الميول تعمل فى الغالب أعلا من ذلك نظرا لكثرة المصاريف وفى جميع الاحوال التى فيها جسور الردم معرضة لتأثير الامواج خصوصا اذا كانت متهيجة بالارياح فالميول المعرضة لذلك يجب أن تكون طويلة ونائمة وعادة تؤخذ ٢ الى ١ (انظر بند ٦) .

بند ١١٤ جميع الميول الجانبية التى يراد حفظها بالاستمرار على ميل منتظم سواء كانت ميول حفر أو ردم يلزم أن تغطى بعد تمام نهوها بكيفية تقيها من الاهوية وفى حالة الترع الصناعية والجسور و . . . الخ من تأثير المياه ولذا تزرع سطح تلك الميول بالحشيش المسمى بالطرفة أو تغطيتها بالعاقول وما أشبه من المواد التى توجد بالقطر المصرى الا أنه يلزم مراعاة الصناعة المخصوصة لذلك وقد استعمل جناب المستر فوستر مذ كان مفتشا لرى القسم الثالث زراعة الغاب لحفظ ميل جسر صقارة بمديرية الجيزة المعرض لتأثير الامواج مدة النيل ولكنها لم تؤد للمطلوب لعدم الاعتناء باستمرارها

وأحسن طريقة لحفظ الميول هو تكسيتها بالدبش المرصوص جيدا على الناشف .

الفصل التاسع

(أثمان الحفر والردم)

بند ١١٥ أثمان الحفر والردم تتعلق بجملة أشياء . أولا بقيمة الشغل . ثانيا بطبيعة الارض . ثالثا بمسافة رمى الاتربة . رابعا بالعمق أو بالارتفاع المراد حفره أو ردمه

فأما قيمة الشغل فتتعلق بجملة أشياء حتى أنه لا يمكن اعطاء قواعد عمومية لذلك فكل مركز له تقريبا قيمة خاصة به ومن المهم جدا أن المهندس يكون قادرا على حساب الفية المناسبة لاهمية الشغل وأن يكون متيقنا من أن الفيات المحلية المعطاة تناسب تقريبا الشغل المراد نهوه أم لا وهل من الاجدر أن يستحضر مقاولين من أجزاء أخرى من القطر لاجل تنقيص الفيات أم لا

هذا وأن أشغال الحفر والردم المعتادة تحسب بالمتر المكعب لمسافة ٥٠ مترا وارتفاع ١ متر مقاسة هذه المسافة من الحفرة الى الجسر الجارى رمى الاتربة عليه واذا زادت عن ذلك يضاف قيمة مقابلة الى كل ٥٠ مترا أو أقل تزيد عن المسافة الاولى علاوة على الفية الاصلية (١)

وكل متر يزيد فى الارتفاع يضاف له القيمة بعينها كما اذا زادت مسافة الرمى ٥٠ مترا

هذا ويعتبر أن كل متر فى الارتفاع يعادل الى ١٠ أمتار مسافة أفقية بمعنى اذا كان جارى تطهير ترعة على عمق ٥ أمتار من سطح الجسر الجارى رمى ناتج التطهير عليه فمسافة الرمى تعادل الى ٥٠ مترا مسافة أفقية

ويمكن أن يقال بوجه التقريب ان فية الحفر أو الردم فى القطر المصرى هى فى المتوسط مابين ١٠ و ٣٠ مليما لكل متر مكعب واحد وذلك بحسب المواقع التى تكون بها الاشغال وبحسب أنواعها المختلفة وازمان تشغيلها و ... الخ

(١) انظر الشروط والاتفاقيات المعتاد ابرامها مع المقاولين

بند ١١٦ هذا وان مقدار ما يشتغله النفر الواحد فى اليوم يتعلق بطبيعة الارض ومسافة رمى الاتربة والعمق الذى تؤخذ منه ففى بعض الجهات يمكن أن يحفر النفر ٣ متر مكعب وأزيد وفى البعض الآخر من الصعب أنه يمكنه أن يشتغل أزيد من ٢ متر مكعب وقد وجد فى ترميم جسر شبرامنت بمديرية الجيزة أن ثلاث أنفار أقوياء يردمون ٧ أمتار مكعبة فى اليوم وكانت مسافة الرمى من ٣٠ الى ٤٠ مترا

ثم ان كل مقاول يعطى عادة كل جملة أنفار تسمى «مقية» جزء من طول الجسر أو الترعة تسمى طريحة ويعطى لهم العدد والادوات اللازمة من طرفه وقد لوحظ أن الانفار الذين يعملون معظم أشغال الحفر والردم تقريبا هم أنفار الوجه القبلى

الفصل العاشر

(فى المنشورات والقوانين الرسمية الخاصة باشغال الحفر والردم)

قانون عمل الحفر لتصليح الجسور[1]

بند ١١٧ فى كل حالة من الاحوال متى أمكن تؤخذ أتربة تصليح الجسور من قاع الترعة المراد تصليح جسورها وقت تشغيلها طالما كان الحفر فى القاع لا يحصل منه تزحلق ميولها وكان ناتج الحفر صالحا لتصليح الجسور

ويمكن الاستحصال على أتربة لتصليح الجسور من أى مرتفع كان غير منزرع أو من أى جسر كان قديما اذا وجد ذلك على مسافة ٥٠ مترا من النقطة المطلوب تصليحها ويكون الردم لائقا لتصليح الجسور وان لم يمكن الاستحصال على أتربة من النوعين المذكورين أعلاه ووجد ساحل داخل جسور الترع أو بجوار جسر النيل فتعمل الحفر مهما كانت الحالة فى المسطاح على شرط أن تكون أتربته لائقة لتصليح الجسور وفى هذه الثلاثة أحوال يكون مهندس الحكومة المنوط بالشغل قرر بلياقة الاتربة لذلك من عدمه

وأن لم تسمح الحالة بعمل حفر على حسب الثلاثة طرق السابق توضيحها فحينئذ تعمل حفر خلف الجسور موازية ومقابلة عموديا للجسر المراد تصليحه ويكون رسمها قائم الزاوية ولا يزيد عمقها عن نصف متر مالم يكن ذلك بناء على طلب بالكتابة من صاحب الارض أو صاحب المحصول ويعتمد طلبه من مفتش الرى أو الباشمهندس قبل السماح باى تغيير كان

وفى جميع المحلات التى تعمل فيها الحفر يلزم أن يترك حرم قدره سبعة أمتار لجسور النيل وثلاثة أمتار لجسور الترع فيما بين أسفل ميل الجسر بعد تشغيله وحافة الحفرة الداخلية

---

(١) صدر هذا القانون فى شهر يناير سنة ١٨٩٦ والواضع له هو جناب الميجر براون مفتش عموم رى الوجه البحرى

وعلى كل مهندس منوط بمثل هـذه الاعمال أن يستلفت انظار رئيسه لكل أمر استثنائى يعمل فى مثل هذه الاحوال لينظر فيها و يجرى اللازم

حفر للاعمال الجديدة

بند ١١٨ الحفر التى يرام عملها للاعمال الجديدة يلزم أن تبين على القطاعات العرضية التى ترفق مع المقايسة وتعتمد من المفتش بصفة جزء من الاعمال المصمم عليها

حفر للاعمال خلاف التصليحات الاعتيادية

بند ١١٩ يحتمل أن الارض التى تلزم لمثل هـذه الحفر يلزم نزع ملكيتها نظرا لانها لم تكن من ضمن التصليحات الاعتيادية ولذلك يلزم أن يكون عمقها أكثر من نصف متر لتوفير اتساع مساحتها ولكن هيئة الحفر يصدر عنها أوامر تناسب حالة العمل وعلى أى الحالات يلزم ترك حرم كاف ما بين الجسر والحفر و يتجنب على قدر الامكان حصول ضرر لملك الاهالى

منشور عمومى لتطهير الترع[1]

بند ١٢٠ من الواجب أثناء تطهير الترع بذل الجهد لتقويم و تحسين حالة مجاريها وتصليح جسورها بطريقة تقربها الى ما كانت عليه فى الاصل من شكل حسن وهيئة مناسبة

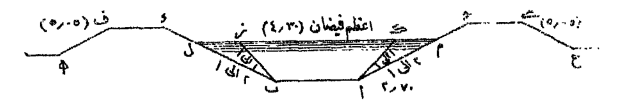
ومن البديهى أنه قد يتعـذر علينا فى غالب الاحيان ايجاد قطاعات الجسور الاصلية أو أنه لا يكون لدينا من البيانات الدالة على شكل الترعة الاصلى سوى عرض الترعة ومنسوب قاعها ومنسوب أعظم فيضان بها فلكى نتوصل الى معرفة أحسن قطاع للترعة من هذه المعالم الثلاثة يلزمنا أن نتبع الطريقة الآتية

(١) ورد هذا المنشور من جناب المستر دبوى مفتش رى القسم الثانى بتاريخ ٧ نوفمبر سنة ١٨٩٩ اذ كان مفتشا لرى القسم الثالث

حيث أن سطح الجسر يعتبر أعلا من منسوب فيضان الترعة بمقدار متغير بين ٠،٥٠ متر ومتر واحد على حسب اتساع الترعة وحيث أن عرض الجسر يكون في الغالب ثلاثة أمتار ماعدا في الترع الصغيرة فيكون مترين والكبيرة جدًّا من أربعة أمتار الى خمسة أمتار فيتحدّد رأس الميل الداخلي للجسر بمد خط من نهاية عرض قاع الترعة في جهة هذا الجسر يكون مائلا بنسبة ٢ الى ١ فنقطة تقابل هذا الخط المائل مع المستوى الذي يكون أعلا من الفيضان بالمقدار الذي سبق تكون هي النقطة المطلوبة ومنها يؤخذ على الخط الافقي المحدّد لمنسوب الجسر العرض اللازم له ثم يجعل ميله الخارجي بنسبة ٢ الى ١

ولنفرض مثلا بأن ترعة عرض قاعها أربعة أمتار ومنسوبه ٢،٧٠ متر ومنسوب أعظم فيضانها ٤،٣٠ متر فلأجل تبيين هيئة قطاع الترعة المذكورة نقول

شكل ٦٢



ليكن ا ب الذي هو عرض الترعة يساوي أربعة أمتار كما في (شكل ٦٢) ومنسوبه ٢،٧٠ متر وحيث أن منسوب الخط م ك ن ل المبين لأعظم فيضانها هو ٤،٣٠ متر فاذا أضفنا له ٠،٧٥ متر وهو الارتفاع المتوسط الذي يجب أن يعطى للجسر فوق الفيضان فينتج ٥،٠٥ متر وهو المنسوب اللازم اعطاءه لسطح الجسر ثم اذا مددنا من نقطتي ا و ب الخطين ا حـ و ب د مائلين بنسبة ٢ الى ١ حتى يتقابلا مع الخط د ف و ــ حـ الذي هو على منسوب ٥،٠٥ متر فتتعين النقطتان د و حـ نهاية الجسرين من الداخل ثم نأخذ حـ ــ و د ف كل منهما يساوي ثلاثة أمتار (وهو العرض الموافق للجسر في مثل هذه الحالة) ثم نمدّ من ــ و ف خطين ــ ع و ف هـ مائلين بنسبة ٢ الى ١ فيكونان هما الميلين الخارجين للجسر

وحيث أن ميول مجارى الترع تطهر بنسبة ١ الى ١ فاذا مددنا ا ك و ب ن مائلين بهذه النسبة حتى يقابلان الخط أ عظم فيضان فيحدث من الفرق بين هذين الخطين وهما مائلان بنسبة ٢ الى ١ ومنهما وهما مائلان بنسبة ١ الى ١ مسافة هى المسطاح

و يجب الالتفات الكلى الى وضع ناتج التطهير فى المحلات الموافقة حتى تتحصل بالتدريج على جسر بهيئة توافق ماذكرناه آنفا

تعليمات مقتضى اتباعها فى تطهير الترع وترميم الجسور[1]

بند ١٢١ — ١ — على حضرات باشمهندسى التفتيش أن يجهزوا جداول المكعبات اللازم تشغيلها فى دائرة اختصاصهم سواء كان لتطهير الترع أو ترميم الجسور وتقديمها لجناب مفتش الرى فى شهر نوفبر من كل سنة ويلزم أن كمية هذه المكعبات المبينة فى الجداول تكون مستخرجة بالحساب من قطاعات ابتدائية ومقايسات معمولة بمعرفة مهندسى المراكز[2] ويبين فى تلك الجداول أيضا المواعيد الواجب اجراء هذه الاعمال فيها مع توضيح الشتوى منها والصيفى

٢ — عند تعيين مقاولى المراكز بالطريقة المعتادة يقرر جناب مفتش الرى بعد الاطلاع مليا على الجداول الموضحة أعلاه الفيات المعطاة من المقاول وقيمة المبلغ الممكن صرفه والنقط اللازم اجراء العمل بها وكمية المكعبات الممكن تشغيلها فى تلك النقط و بعدها يخطر حضرات الباشمهندسين بهذا الخصوص وعلى حضرات الباشمهندسين اذ ذاك تنفيذ اجراء الاعمال الموجودة تحت ملاحظتهم بالمواعيد المقررة بواسطة مقاولى المراكز بشرط اتباع التعليمات الآتية

---

(١) هذه التعليمات واردة من جناب المستر دبوى مفتش رى القسم الثانى فى سنة ١٨٩٩ مذ كان مفتشا لرى القسم الثالث

(٢) هذا عن اقاليم البحيرة أما عن اقاليم الجيزه فيقدم المكعبات بصفة تقريبية لان صرف المياه منها لا ينتهى الا فى نهاية شهر نوفبر تقريبا

٣ - يجب على الباشمهندس عندما يراد تطهير ترعة أو انشاء جسر أن يصدر أمره لمهنـدس المركز لعمل القطاعات العرضية اللازمة عن العمل المراد اجراؤه ويذكر له أيضا التواريخ التي يجب أن يتم هذا العمل المقصود في غضونها مع اعطائه جميع الملحوظات اللازمة من نحو عمل قطاع طولى أو عروضات الاقواع التي سيكون على حسبها العمل

٤ - على مهندس المركز بمجرد وصول أمر الباشمهندس اليـه أن يستعد لعمل القطاعات المأمور بها ويخطر المقاول بأنه بناء على أمر الباشمهندس سيشرع في مباشرة ذلك العمـل من نقطة كذا الى نقطة كذا ويذكر له تاريخ الاجراء كما أنه يخطر حضرات الباشمهندس ومهندس الحاشى عما ذكر

٥ - مهندس المركز يجب أن يقوم في التـاريخ المقرر الى محل العمل واذا رأى له في أثناء ذلك اجراء أي تعـديل يمكنه اجراؤه بحيث انه لا يزيد مقـدار المكعبات المقررة زيادة كبيرة ويبين الاسباب التي حملته على هذا التعديل والفائدة التي تنجم عنه

٦ - اذا أمكن لحضرة الباشمهندس أو مهندس الحاشى أن يكون موجودا عند عمل القطاعات الابتدائيـة ليرشـدوا مهنـدس المركز عن الخطة التي يجب أن يتبعها وليكونوا على بينة من أن الطريقة التي سيتبعها المهندس في عمل القطاعات الابتدائية هي كافلة بالغرض المطلوب وعلى المقاول أن يحضر هو بنفسـه أو وكيله عند اجراء ذلك والا فلا تقبل له شكوى بخصوص عدم ضبط في المقاسات

٧ - يجب على مهندس المركز عنـد الشروع في عمل الابتدائى أن يدق أوتاد قوية عند كل مائتين متر مبتدأ من النقطة التي سيبتدأ العمل منها وتكون هذه الاوتاد ذات بعـد ثابت عن محور العمل وكذا تدق أوتاد كبيرة عنـد كل كيلومتر تكون بعيـدة نوعا عن العمل لتعتبر كروبيرات يحتاج لها عنـد الاختبار في أثناء العمل ومتى تم دق الاوتاد جميعها يبتدأ بعمل القطاعات العرضية عنـد كل وتد بحيث أن القطاعات تكون واصلة لأرض الزراعة من الجهتين لترى عليها هيئة الجسور وأرض الزراعة والمراوى المجاورة وكل ما يكون قريبا من الجسر مهما كان نوعه

٨ — يجب رسم القطاعات المذكورة على ورق مقسم بمقياس ١/٢٠٠ بحيث يكون مناسيب أوتاد الميزانيـة تحت بعضها على خط رأسي واحد ثم يبين عليها قطاع التصميم ومحـلات وضع ناتج التطهير أو المنـارب باللون الاحمر ويلزم أن تكون ديباجة لوحة القطاعات واضحة جيدا وعلى المهندس أن يضع التاريخ والامضاء على القطاعات

٩ — على مهنـدس المركز أن يرصـد الحسـاب فى دفتر الاورنيك المخصص لذلك بالتفصيل ثم يضع له التاريخ ويمضيه

١٠ — بعد تتميم رسم القطاعات ورصد الحساب بالدفتر ترسل الاوراق من المهندس لحضرة الباشمهندس مصحوبة بملحوظاته فيها ليصدر له الأمر بالتشغيل من عدمه

١١ — على حضرة الباشمهندس فحص هـذه الاوراق ويحوّر فيها ما يراه ضروريا وبعـد أن يفيد التفتيش عن هـذا التحوير اذا وجد وجوب زيادة فى المكعبات المقرّرة ثم يمضيها ويردّها للمهندس لمباشرة العمل على مقتضاها مصحوبة بافادة منـه يوضح له فيها اللازم اجراءه بالضبط والتواريخ التى يجب أن يبتـدأ وينتهى فيها العمل المذكـور والفيات المقرّرة بالقونتراتو وترسل نسخة هذه الافادة لمهندس الجاشنى وأخرى للمقاول

١٢ — مهندس المركز هو الذى عليـه ملاحظة تشغيل مقاوله وهو أى المهندس المسؤل دون غيره عن أن هـذا العمل جار بحسب التعليمات المعطية اليـه تماما وعلى حضرات الباشمهندس ومهنـدس الجـاشنى أن يكثروا من المرور على العمـل فى بحر المدّة بقـدر ما يمكنهما الارشاد ومساعدة مهنـدس المركز اذا رأيا ان ثم داع لذلك الارشاد أو المساعدة

١٣ — على مهندس المركز أن يلاحظ دائمـا السدّ الذى أقيم فى فم الترعة عند قفلها للتشغيل ليتحقق من أن هذا السدّ فيه المتـانة الكافية من عدمه وعلى المقاول حفظه وصـيانته وفى حالة كسر السـدّ أثناء العمل أو فتحه بعد النم وقبل صدور أمر مهندس الجـاشنى بما عدا فى الاحوال التى يكتب عنها الباشمهنـدس رسميـا يعدّ ذلك اهمال من المهندس ويجازى عليه بأشدّ الجزاء

١٤ — على المقاول اتباع نص الشروط تماما ويجب عليه أن يصرف همته في مقتضيات الاعمال التى بيده ويجب عليه أيضا أن يترك قواطيع عند كل مائتين متر عرضها متر وتصليح الجسور والميول تصليحا جيدا دقيقا

١٥ — على مهندس المركز قبل التاريخ المقرر للنهو بأكم يوم أن يخطر حضرات الباشمهندس ومهندس الجاشنى ويحدد لهم اليوم الذى يحضرون فيه للاختبار واخطار المقاول بذلك أيضا

١٦ — فى اليوم الذى تحدد للاختبار (الذى يجب فى حالة الترع قبل ميعاد فتحها بيوم) يحضر مهندس الجاشنى لمقابلة مهندس المركز والمقاول فى محل العمل ويجرى الاختبار على حسب ما يراه مهندس الجاشنى وعلى المقاول أن يتبع الاختبار بأنفار كافية لرفع القواطيع أول بأول

١٧ — عندما يرى مهندس الجاشنى أن هيئة العمل تدل على كونه يوافق التعليمات له أن يكتفى باختبار بسيط وفى الحالة العكسية يجب زيادة الاعتناء فى الاختبار وان استدعى الامر فى هذه الحالة الى استغراق زمن كبير من يوم الى اثنين يخطر الباشمهندس تلغرافيا بأن الحال يستدعى عدم فتح الترعة الزمن الذى يراه كافيا وعلى أى حال لا يجب تأخير فتح أى ترعة عن ثلاثة أيام

١٨ — بعد الفراغ من عملية الاختبار يصدق مهندس الجاشنى على كشف الحساب ويوضح التاريخ الذى اختبر الترعة فيه مع بيان كمية المكعبات التى تحقق أنها تشغلت بعد الاختبار بالتفصيل اذا استدعت الحالة لذلك وعليه أن يخطر المقاول بنتيجة الاختبار

١٩ — اذا أمكن مهندس الجاشنى المرور على الترعة فى صبيحة اليوم التالى للاختبار ومتى رأى أن القواطيع أزيلت وصارت حالة الترعة جيدة يأمر بفتح سد الفم ويخطر الباشمهندس عن ذلك

٢٠ – قد يتأتى أن يأمر مهندس الجاشنى ببعض تنظيف فى قاع الترعة أو بتصليح فى أجزاء من الجسر يوم الاختبار فعلى مهندس المركز أن يمرّ عليها ومتى رآها تمت بحسب الاوامر يرفق كشف الحساب الممضى من مهندس الجاشنى بشهادة تدل على ذلك ويشفعهما بتقرير اذا لزم الحال الى حضرة الباشمهندس

٢١ – بناء على كشف الحساب والشهادة المذكورين أعلاه يحرّر الباشمهندس استمارة بالصرف للمقاول ويبعث بها للتفتيش حسب الجارى

قيود هندسية عمومية[1]

(عن ترميمات جسور الحياض والبحر الاعظم وغيرها)

بند ١٢٢ أولا – يقتضى تشغيل الجسر ونهوه على حسب كل من حالات القطاعات المعتمدة مع جعل منسوب سطح الطريق على ارتفاع مناسب فوق خط أعلا الفيضان وأعمال ميول جيدة الاستيفاء وحفر متارب منتظمة

ثانيا – لا يقتضى حفر المتارب على عمق أوطى من منسوب ١ متر انخفاضا عن منسوب أرض الزراعة الحقيقى ولا تكون الحافات الداخلية لقاع الحفر أقل من ٧ أمتار فى العرض من ابتداء رجل ميل الجسر المنتهى الذى يكون جرى مقاسه أفقيا على منسوب أرض الزراعة

الحالة الاولى – المتارب الموجودة التى عمقها يتجاوز المتر انخفاضا عن منسوب أرض الزراعة وعرضها يزيد عن سبعة أمتار (شكل ١ لوحة ٦)

الحالة الثانية – المتارب الموجودة التى عرضها يتجاوز السبعة أمتار ولكن عمقها يكون أقل من متر واحد انخفاضا عن منسوب أرض الزراعة (شكل ٢)

الحالة الثالثة – متارب متسعة وقليلة العمق (شكل ٣)

الحالة الرابعة – متارب ضيقة وعرضها أقل من ٧ أمتار (شكلى ٤ و ٥)

(١) صدر هذا المنشور فى سنة ١٨٩٣ والواضع له جناب المجر براون مفتش عمومى الوجه البحرى

ثالثا ــ اذا لم توجد مساطيح فالميول يقتضى مدّها الى أسفل حتى تتقابل بالارض الطبيعية عند قاع المتارب انما فى الجهات التى يكون عمق الحفر فيها زيادة عن متر واحد انخفاضا عن منسوب أرض الزراعة يستنتج لنا من البند السابق وجوب اجراء الحفر المستجدّ على الحافات الخارجية للمتارب القديمة (كما فى الحالة الاولى) وهذا الحفر يقتضى اجراء على انتظام فى خطوط مستقيمة ومنحنية التى يجب تعيينها قبل الشروع فى العمل

رابعا ــ لا يقتضى ازالة أو التعرّض للمساطيح أو أجزائها مالم تكن تلك الاجزاء خارجية وتجاوز الحدود المبينة قبل فهذه يقتضى حفرها ولكن على خطوط وميول حقيقية تكون على موازاة لتحديد الجسر الصحيح

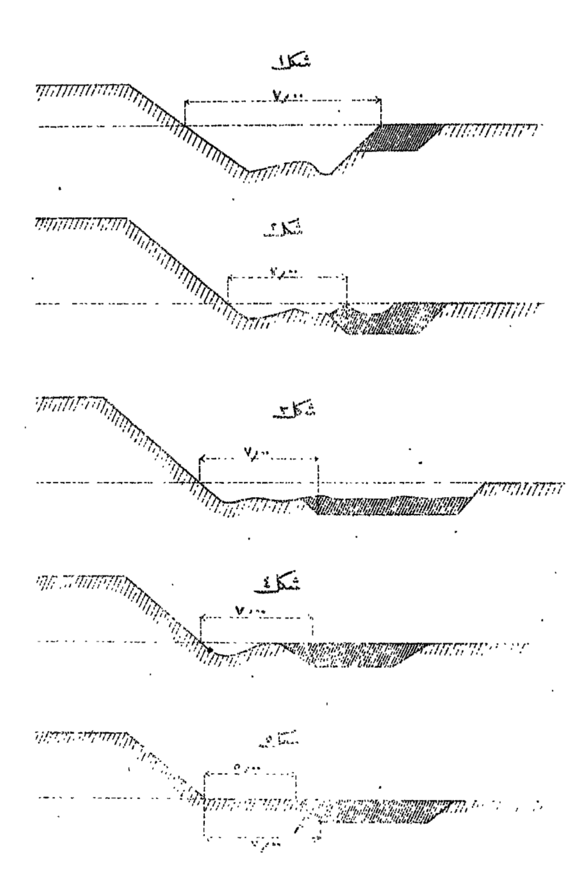
خامسا ــ كافة الحفر التى تعمل بمحلات غير مرخص بها يقتضى ردمها بالثانى ردما جيدا وكافة الحفر المحفورة على عمق أزيد من عمق المتر المقرر يقتضى ردمها الى ذلك المقدار وكذا الحفر التى جرى قطعها على غير انتظام بدون تخطيط يقتضى تصليح حدودها وقيعانها على حسب ما يتعين من مهندس الحكومة المنوط بذلك

سادسا ــ البشريد الذى يصير رميه على الجسر يقتضى تكسيره الى قطع صغيرة ولكن لا لزوم لاستعمال المندالة فى هذه الحالة

يمكن استعمال الرمال فى أجزاء الجسر الداخلية شرطا أن يصير تغطيتها من كل جهاتها بطبقة حصوية من الخارج أو بطبقة من الخرط الازرق بسمك لا يكون أقل من $\frac{1}{2}$ ١ متر وأما هذا الرمل فلا يقتضى استعماله فى الميول الخارجية

سابعا ــ انه عند اجراء الترميمات اللازمة للجسور يقتضى وضع الأتربة على ميول الجوانب الداخلية للمنحنيات أكثر من ميول الجوانب الخارجية لها حتى بذلك يعتدل الجسر تدريجيا وبالاجمال فان الترميمات يقتضى اجراءها بطريقة كهذه حتى يتيسر اعتدال أو تصحيح تخطيط مسافات مستطيلة من الجسر على قدر ما هو منتظر من المقاولين وما فى امكانهم اجراؤه بالنسبة للحالة الحاضرة

لوحة ٦



ثامنا — يقتضى نهو العمل لغاية ... ... ولا يكون للمقاول الحق بالادعاء نظرا لوجود المياه بالمشارب القديمة أو البيارات أو بالنسبة للتأخير الذى يحصل من المزروعات التى تكون منزرعة التى يجب عدم اتلافها عمدا أو ازالة مسافات جسيمة منها تكون زيادة عما هو ضرورى جدّا لادارة التشغيل طبقا لهذه القيود الهندسية

قد تقرّر ميعاد نهو العمل الى أجل متأخر لكى لا يتقدم من المقاول عذر عن تأخير العمل نظرا لوجود المزروعات أو بالنسبة للمياه

تاسعا — الحفر التى يصير اجراؤها لا تعمل مقايسات عنها ولكن القيمة تصرف على حسب المقادير المستخرجة من قطاعات العمل التى تؤخذ قبل الشروع به شرطا أن الجسر يكون مستوفيا وطبقا للقطاعات المقتضى اعماله من مقتضاها

عاشرا — ان اضافة العشر الى الارتفاعات المرغوب الحصول عليها الاعمال الجسر المستوفى يقتضى اعطاءها الى الأتربة الجديدة المطروحة على الجسر بمعرفة المقاول أو الى القطوع ليتكوّن منها الجسر وهكذا فى كافة مثل هذه الأعمال المستجدّة يضاف هذا العشر كرتب من أجل الهبوط الذى يحصل فيه فيما بعد

من المعلوم أن زيادة هذا الارتفاع لا تدخل ضمن حساب الرديف المقتضى اجراءه بما أن ذلك يختص باستيفاء الجسر الذى تدفع قيمته كما أن الحفر التى تعمل لا تؤخذ عنها مقاسات

الحادى عشر — ان المكعبات التى يصير تقديرها يصير الوصول اليها بواسطة اعمال حساب من القطاعات المأخوذة على مسافات منتظمة وطول المسافة يجرى تعيينه حسب التعليمات والاوامر التى يصير اصدارها فى كل مرة عن كل شغل بمعرفة جناب مفتش الرى عن الجسور ذات المسافات المختلفة سواء كان سبق اعمالها على قطاع منتظم أم لا وعلى المقاول قبول المقايسة المعتمدة أخيرا من حضرة الباشمهندس لاجراء العمل بموجبها عندما تعرض عليه كوكيل عن العمل المقتضى اجراءه لاستيفاء الجسر تماما من الطرف الواحد الى الآخر حسب القطاع المرغوب وعلى المقاول المذكور عدم اجراء

شئ آخر نحو قطاعات الجسور الحقيقية المذكور عنها التى توضح فقط بأن الاعمال المقتضى اجراءها بالنقط هى المأخوذ عنها قطاعات وليس ما هو مطلوب اجراءه لتكوين الجسر الكائن بين أو خلف النقط المذكورة

الثانى عشر — ان قطوع الجسور قد جعلت فى مرتبة قطوع اذا كانت أشغال الرديف المطلوبة لسد القطوع المذكورة يتجاوز الخمسمائة متر فاذا كانت المقادير أقل من خمسمائة متر فالعمل يكون فى مرتبة أشغال الترميمات الاعتيادية

ان التحاويل معتبرة كأشغال مستجدة أو قطوع وذلك بسبب حالة التحويلة فاذا كانت التحاويل فى جسر البحر فمن المعتاد أنها تكون من نوع الاشغال المستجدة وأما اذا كانت التحاويل تعمل بقصد اعتدال انحناء جسر حوض ما وذلك باستعمال أتربة الجسر القديم فى أشغال الجسر المستجد فهذه من المعتاد انها تكون من نوع القطوع

ان عرض سطح الجسر اللازم لسد القطوع يكون دائما أعرض من سطح الجسر الذى على جانبيه بمتر الا انه فى أحوال أخرى يكون للجسر المذكور قطاع واحد هذا وان الحفر الذى يعمل لاستخراج الأتربة اللازمة لسد القطوع يلزم نزوله الى عمق مترين فقط عن منسوب أرض الزراعة ولكن ذلك لا يكون داخلا ضمن الخمسة وعشرين مترا اتساعا من رجل الميل المنتهى ونفس هذه القاعدة فيما يختص بعرض سطح الجسر والحفر يسرى مفعولها على التحاويل التى تكون من نوع القطوع هذا وأن تحاويل أخرى سيكون لها قطاعات اعتيادية

قيود هندسية
عن تطهيرات الترع الشتوية والصيفية والنيلية

بند ١٣٣ أولا — من الضرورى أن ينوب عن المقاول فى الاعمال مهندس ذو كفاءة يتلقى الاوامر والتعليمات التى تصدر اليه المتعلقة بكيفية الشغل بالتفصيل مع أعلام حضرة الباشمهندس عن اسمه ومركزه وهكذا يكون المقاول بعد اعطاء مهندسه منسوب ثابت (روبير) مسؤلا بحفظ وضبط مناسيب جميع الاعمال بنسبة هذا المنسوب حتى فى الظروف التى يكون مهندس الحكومة الملاحظ مخطأ بها واذا رأى لجناب مفتش رى القسم الثالث عدم الكفاءة أو الرضاء من المهندس النائب عن المقاول فيعلن جناب المفتش المقاول رسميا طالبا منه رفته أو تغييره بمدة لا تتجاوز الاسبوع من تاريخ ورود الامر اليه بذلك

ثانيا — لا بأس من كون الحكومة تساعد مهندس المقاول بكل ما يلزم من التسهيلات عند مراجعة المقايسات والحسابات الختامية وله أن يحضر عمل القطاعات الابتدائية مع مهندس المركز وعمل الختامى مع ملاحظ الاعمال اذا تيسر له ذلك

ثالثا — ولا يجب على المقاول أن يبدأ بعمل مّا بدون أمر رسمى من الباشمهندس مرفوقا بالمواصفات اللازمة لهذا العمل أما القطاعات العرضية الشاملة الاشغال المطلوبة والطرق الواجب على المقاول اتباعها لالقاء ناتج الحفر أو المحلات اللازم أخذ الاتربة منها حسبما تقتضيه الظروف فتبقى محفوظة طرف مهندس المركز بطريقة يتمكن مهندس المقاول من الاطلاع عليها متى شاء ولا تقبل شكاوى بخصوص عدم صحة القطاعات الاصلية أو حساب المكعبات الا اذا كانت قبل البدء فى العمل أما التأخير الناتج بسبب تحقيق هذه الشكاوى فيكون المقاول مسؤلا عنه اذا دل الاختبار عدم الصحة

رابعا — تاريخ البدء فى العمل يكون عادة مبينا فى الامر الرسمى الصادر من الباشمهندس أما فى الاحوال التى يكون بها التاريخ مجهولا فيعتبر تاريخ البدء فى العمل بعد وصول الامر الى المقاول باسبوع واحد وتعتبر بناء على ذلك أيام التأخير بنسبة

تاريخ البدء كما تقدم أما الاعذار التى يقدمها المقاول من أن تأخيره فى الابتداء فى العمل ناتج من وجود المياه فلا تقبل . هـذا اذا كان قفل الترعة قد حصل قبل تاريخ تعيين الابتداء بأربعة أيام

خامسا - يقتضى مباشرة جميع الاعمال حسب التعليمات والقطاعات الرسمية التى تعطى من الباشمهندس كذلك الاوامر الرسمية المختصة بالتعديلات لاتؤخذ الا من حضرته

سادسا - الفية المعطاة للتطهير والرديف تشمل كافة المصاريف مهما كان نوعها من تطهير وتصليح ميول وجسور وتسويات الجسور وقطع الحشائش والبوص والاشجار كذلك جميع المصاريف المختصة بنزح المياه أما ما يحدث أحيانا فى بحر الشغل من التلفيات الناشئة عن العواصف والفيضانات وانزلاق الرمال وهبوط الجسور وغيرها من تاريخ البدء فى العمل لغاية اليوم الذى يصادق فيه مهندس المركز على كونه انتهى حسب التعليمات فيكون المقاول ملزوما بعلافاتها على مصاريفه

سابعا - قد يمكن للحكومة تشغيل الترعة أو المصرف بأكمله فى آن واحد أو متقطعا حسبما يتراآى لها وهذه الاوقات يحددها الباشمهندس أما اقامة وازالة ما يلزم لذلك من السدود فتكون على مصاريف المقاول ويلزم اقامتها فى المواضع التى يرشده اليها مهندس المركز ولا يجوز مطلقا ازالتها الا بأمر رسمى من الباشمهندس أو من ملاحظ الاعمال ومن الضرورى أن تكون دائما قوية بحيث تقاوم أعظم ضغط يتحمل عليها حتى يتسنى حفظ منسوب مياه الترعة واطيا أثناء التطهير أما الحكومة فليست مكلفة بابقاء المنسوب واطيا لتلك الدرجة ولا هى مسؤلة عن الحوادث المتسببة من تغيير منسوب المياه فى الترع أو المصارف واذا انقطع أحد هذه السدود أثناء العمل أو قبل أن يرد للمقاول الامر بازالة ذلك السد فيطلب منه اعادته على مصاريفه كما كان وتجفيف الترعة سواء كان لتكميل الباقى من التطهير أو لعمل الختامى والتأخير الناتج من جراء ذلك يعاقب عليه المقاول بالغرامة المقدرة فى التأخير ولا يقبل منه عذرا اذا ادعى أن سكان العزب أو البلدان المجاورة هم الذين أجروا قطع السد كونه هو المناط بالمحافظة على هذه السدود

ثامنا — على ملاحظ الاعمال عند الانتهاء من أى عمل كان يجرى عليه عملية الاختبار و يقرر المقادير التى ينبغى أن تصرف قيمتها للمقاول بحيث يصير خصم هذه المقادير من الكمية المقررة فى الابتدائى أما فى الحالة التى يكون بها التشغيل رديئا وكان الباقى مقدارا أكثر من عشرين فى المائة من الشغل الاصلى فلملاحظ الاعمال الحق بعدم قبول الشغل بالكلية واذا استدعى الحال للاسراع بفتح الترعة للرى فتفتح ويكون المقاول مسؤلا بقفلها مدة ثانية لتتميم التطهير وتبقى القطاعات الابتدائية نافذة المفعول لتحديد الاعمال الباقية

تاسعا — ينبغى الانتباه جيدا الى وضع ناتج الحفر فى حالة تطهير الترع والمصارف أو حفر المنارب فى حالة ترميم الطرق والجسور بانتظام كلى أما اذا رآى وضع ناتج التطهير أو حفر المنارب على غير ما يرام فيكلف المقاول بازالة الاتربة المذكورة أو رد المنارب على مصاريفه الخصوصية ولا تعتبر أعمالها بأنها قد انتهت انتهاء مرضيا حتى يتم ذلك .
ولا يجوز مطلقا وضع ناتج التطهير على المساطيح ولا على الميول الداخلية لجسور الترع والمصارف ولو مؤقتا الا بأمر خصوصى من مهندس المركز بل يجب وضعها طبقا للميول والمناسيب اللازمة

عاشرا — الجدول المشروح أدناه موضوع ليبين المعدلات اليومية لكل نوع من الاعمال

جملة المكعبات	معدلات سير الاشغال المطلوبة
٨٠٠٠	ثمانية أيام
من ٨٠٠٠ الى ١٥٠٠٠	١٠٠٠ متر مكعب يومى
من ١٥٠٠٠ الى ٣٠٠٠٠	١٥٠٠ « « «
من ٣٠٠٠٠ الى ٥٠٠٠٠	٢٠٠٠ « « «
من ٥٠٠٠٠ الى ٧٥٠٠٠	٢٥٠٠ « « «
مافوق ٧٥٠٠٠	٣٠٠٠ « « «

وبهذا بواسطة هذه المعدلات معرفة أيام التأخير لتنفيذ مفعول الغرامة كمنطوق القونترا تو بعد معرفة يوم الابتداء واليوم الذى يقرر فيه حضرة الباشمهندس أوملاحظ أعمال المقاولات نهو العمل بطريقة مرضية ويسمح للمقاول بعشرة أيام لأجل أن يلقى الاتربة بانتظام ثم ليصلح فيها الجسور بعد التاريخ المعين فى الشروط العمومية لانتهاءها من الاعمال المذكورة بحيث ينبغى فى منتهاها أن تكون كل الاشغال قد انتهت على غاية مايرام والا فللحكومة الحق باجراء ذلك بمعرفة مقاول آخر على مصاريف المقاول الاصلى اهـ

تحريرا باسكندريه فى ١٣ دسمبر سنة ١٩٠٠

مفتش
رى القسم الثالث
بالنيابه

اتفاقيـــــــــة

مبرمة فيما بين .... مفتش رى .... بالنيابة عن الحكومة المصرية   فريق أول

وحضرة .... « ثانى

وذلك بشأن أعمال التطهيرات وترميم الجسور وغيرها المقتضى اجــراؤها فى مركز .... بمديرية .... فى سنة ١٠٩١

أولا ــ يتعهــد المقــاول باجراء الاعمــال اللازمة بغاية الدقة حسب الاوامر التى ترد له والشروط المبينة فى هذه الاتفاقية وبالقيود الهندسية المرفوقة بها وذلك بالفيات المبينة أدناه

نوع العمـــــــل	الكمية بوجه التقريب	السعر بالمتر المكعب	
		جنيــه	مليم
تطهيرات شتوية وصيفية			
« ترع نيلية			
« مصارف			
ترميم جسور وسكك زراعية وسد مقاطع ..			
نزع حشائش			

ثانيــا ــ يجب أن تكون الفية عن أعمال الحفر والردم شاملة لمصاريف نقل الناتج من الحفر الى مسافة لا تزيد عن الخمسين مترا أما اذا ترآى لمهندس الحكومة الملاحظ للعمل ضرورة نقــل الناتج من الاتربة بالحفر الى مسافة تزيد عن الخمســين مترا فيحتسب عند ذلك للمقــاول فية خمســة مليمات عن كل متر مكعب يصــير نقله الى مسافة تزيد عن المسافة الاولى بخمسين مترا أو أقل علاوة على الفية الاصليــة . ومن الضرورى

الاتفاق بين المقاول والمهندس المناط بالعمل عن الكمية والمسافة اللازم نقل الاتربة اليها فى أثناء العمل واضافتها على الحساب الختامى وفى غير هذه الحالة لا يصير قط قبول دفع أى قيمة عن أى كمية صار نقلها مالم يكن المقاول قد اتفق عليها مع مهندس الحكومة الملاحظ فى أثناء العمل

ان الكميات الموضحة أعلاه هى تقريبية وقابلة لكل تعديل من زيادة أو نقصان بحيث لا يجوز للمقاول أن يطالب الحكومة بأدنى شئ اذا أجرت مثل هذه التعديلات

ثالثا — ينبغى للمقاول أن ينجز الاعمال حسب الاوامر التى تصدر اليه من حضرة الباشمهندس وحسب معدلات سير الاشغال المطلوبة المبينة فى البند العاشر من القيود الهندسية المرفوقة بهذه الاتفاقية

رابعا — اذا تأخر المقاول عن انجاز أى عمل كان فى الميعاد المبين فى البند العاشر من الشروط العمومية يكون عند ذلك ملزما بدفع غرامة مقدارها خمسة جنيهات مصرية عن كل يوم من أيام التأخير كتعليمات جناب مفتش رى القسم الثالث بهذا الخصوص ويكون بالوقت نفسه لجناب المفتش الحق المطلق بانجاز الاعمال على مصاريف المقاول بأى طريقة يستحسنها جنابه

خامسا — اذا خالف المقاول أو رفض اتباع منطوق الشروط المبينة فى هذه الاتفاقية أو فى الشروط المختصة بالقيود الهندسية عن تطهيرات الترع المرفوقة معها أو اذا تأخر عن انجاز الاعمال المطلوبة منه فى المواعيد المحددة أكثر من مرة وأوجس جناب المفتش من ذلك خيفة فى المستقبل على أعمال المركز بداعى هذا التأخير فلجنابه فى هذه الحالة الحق المطلق بعد مصادقة جناب مفتش عموم رى بحرى على الغاء هذه الاتفاقية ونهو الاعمال الباقية فى المركز بمعرفة مقاول آخر كما أنه يكون للحكومة أيضا الحق بحجز تأمين المقاول واسقاط حقوقه منه بالكلية

سادسا — يصير اعتياديا الصرف للمقاول على الحساب مرة فى كل شهر أما الحساب الختامى فيصير تسديده بأقرب ما يمكن من الوقت بعد الانتهاء من العمل

سابعا — كل خلاف يحدث بشأن نوع العمل أو كميته يكون حكم مفتش رى قسم ثالث فيه نهائيا أما فى المسائل التى تكون مختصة بترجمة مضمون هذه الاتفاقية والشروط العمومية والقيود الهندسية فيصير احالتها على مفتش عموم رى بحرى للنظر فيها ويكون حكمه فيها نهائيا

ثامنا — يتعهد المقاول باتباع نصوص المنشور المختص بامور البوليس الصادر فى الجريدة الرسمية نمرة ١١٨ بتاريخ ١٩ اكتوبر سنة ١٨٩١

تاسعا — كافة التحارير التى ترسل للمقاول تعتبر كأنها وصلته بعد مضى أربعة وعشرين ساعة من تاريخ وضعها بالبوستة ويسرى عليها مفعول ما تضمنته بعد انقضاء تلك المدة اهـ

تحريرا باسكندرية فى ١٣ دسمبر سنة ١٩٠٠ مفتش رى القسم الثالث بالنيابه المقاول

جدول نمرة ٥

مسائح الميول الجانبية

من ٠١,٠ متر الى ٠١,٠ متر لغاية ارتفاع ١٠ متر

تنبيه

أى انسان يستعمل هذا الجدول للشغل الحقيقى يكون من السهل عليه اعطاء الاعمدة وش لون خفيف فليكن أسمر لعمود س = $\frac{١}{٢}$ وأحمر الى س = ١ وأخضر الى س = $\frac{٣}{٢}$ وأصفر الى عمود س = ٢ وأزرق لعمود س = ٣ وعند عمل أى مقايسة فالارقام التى يحتاجها تكون لون واحد و يتوفر عليه النظر الى قة الصحيفة ليرى ان كان يأخذ من العمود المقصود أم لا

جدول نمرة ٥ مسائح الميـول الجانبيـة

د	$د^{2} \times \frac{1}{2}$	$د^{2} \times 1$	$د^{2} \times \frac{3}{2}$	$د^{2} \times 2$	$د^{2} \times 3$
٠٫٠١					
٠٫٠٢					
٠٫٠٣					
٠٫٠٤					
٠٫٠٥					٠٫٠١
٠٫٠٦				٠٫٠١	٠٫٠١
٠٫٠٧			٠٫٠١	٠٫٠١	٠٫٠١
٠٫٠٨		٠٫٠١	٠٫٠١	٠٫٠١	٠٫٠٢
٠٫٠٩		٠٫٠١	٠٫٠١	٠٫٠٢	٠٫٠٢
٠٫١٠		٠٫٠١	٠٫٠١	٠٫٠٢	٠٫٠٣
٠٫١١	٠٫٠١	٠٫٠١	٠٫٠٢	٠٫٠٢	٠٫٠٤
٠٫١٢	٠٫٠١	٠٫٠١	٠٫٠٢	٠٫٠٣	٠٫٠٤
٠٫١٣	٠٫٠١	٠٫٠٢	٠٫٠٢	٠٫٠٣	٠٫٠٥
٠٫١٤	٠٫٠١	٠٫٠٢	٠٫٠٣	٠٫٠٤	٠٫٠٦
٠٫١٥	٠٫٠١	٠٫٠٢	٠٫٠٣	٠٫٠٤	٠٫٠٧
٠٫١٦	٠٫٠١	٠٫٠٢	٠٫٠٤	٠٫٠٥	٠٫٠٨
٠٫١٧	٠٫٠١	٠٫٠٣	٠٫٠٤	٠٫٠٦	٠٫٠٩
٠٫١٨	٠٫٠٢	٠٫٠٣	٠٫٠٥	٠٫٠٦	٠٫١٠
٠٫١٩	٠٫٠٢	٠٫٠٤	٠٫٠٥	٠٫٠٧	٠٫١١
٠٫٢٠	٠٫٠٢	٠٫٠٤	٠٫٠٦	٠٫٠٨	٠٫١٢
٠٫٢١	٠٫٠٢	٠٫٠٤	٠٫٠٧	٠٫٠٩	٠٫١٣
٠٫٢٢	٠٫٠٢	٠٫٠٥	٠٫٠٧	٠٫١٠	٠٫١٤
٠٫٢٣	٠٫٠٣	٠٫٠٥	٠٫٠٨	٠٫١٠	٠٫١٦
٠٫٢٤	٠٫٠٣	٠٫٠٦	٠٫٠٩	٠٫١١	٠٫١٧
٠٫٢٥	٠٫٠٣	٠٫٠٦	٠٫٠٩	٠٫١٢	٠٫١٩

ملحوظة ــ د رمزا لعمق الحفر أو ارتفاع الردم المتوسط

جدول نمرة ٥ مسائح الميـــول الجانبيـــة

د	د$^{2} \times \frac{1}{2}$	د$^{2} \times 1$	د$^{2} \times \frac{3}{2}$	د$^{2} \times 2$	د$^{2} \times 3$
٠٫٢٦	٠٫٠٣	٠٫٠٧	٠٫١٠	٠٫١٣	٠٫٢٠
٠٫٢٧	٠٫٠٤	٠٫٠٧	٠٫١١	٠٫١٤	٠٫٢٢
٠٫٢٨	٠٫٠٤	٠٫٠٨	٠٫١٢	٠٫١٦	٠٫٢٣
٠٫٢٩	٠٫٠٤	٠٫٠٨	٠٫١٣	٠٫١٧	٠٫٢٥
٠٫٣٠	٠٫٠٤	٠٫٠٩	٠٫١٣	٠٫١٨	٠٫٢٧
٠٫٣١	٠٫٠٥	٠٫١٠	٠٫١٤	٠٫١٩	٠٫٢٩
٠٫٣٢	٠٫٠٥	٠٫١٠	٠٫١٥	٠٫٢٠	٠٫٣١
٠٫٣٣	٠٫٠٥	٠٫١١	٠٫١٦	٠٫٢٢	٠٫٣٣
٠٫٣٤	٠٫٠٦	٠٫١١	٠٫١٧	٠٫٢٣	٠٫٣٥
٠٫٣٥	٠٫٠٦	٠٫١٢	٠٫١٨	٠٫٢٤	٠٫٣٧
٠٫٣٦	٠٫٠٦	٠٫١٣	٠٫١٩	٠٫٢٦	٠٫٣٩
٠٫٣٧	٠٫٠٧	٠٫١٤	٠٫٢٠	٠٫٢٧	٠٫٤١
٠٫٣٨	٠٫٠٧	٠٫١٤	٠٫٢٢	٠٫٢٩	٠٫٤٣
٠٫٣٩	٠٫٠٨	٠٫١٥	٠٫٢٣	٠٫٣٠	٠٫٤٦
٠٫٤٠	٠٫٠٨	٠٫١٦	٠٫٢٤	٠٫٣٢	٠٫٤٨
٠٫٤١	٠٫٠٨	٠٫١٧	٠٫٢٥	٠٫٣٤	٠٫٥٠
٠٫٤٢	٠٫٠٩	٠٫١٨	٠٫٢٦	٠٫٣٥	٠٫٥٣
٠٫٤٣	٠٫٠٩	٠٫١٨	٠٫٢٨	٠٫٣٧	٠٫٥٥
٠٫٤٤	٠٫١٠	٠٫١٩	٠٫٢٩	٠٫٣٩	٠٫٥٨
٠٫٤٥	٠٫١٠	٠٫٢٠	٠٫٣٠	٠٫٤٠	٠٫٦١
٠٫٤٦	٠٫١٠	٠٫٢١	٠٫٣٢	٠٫٤٢	٠٫٦٣
٠٫٤٧	٠٫١١	٠٫٢٢	٠٫٣٣	٠٫٤٤	٠٫٦٦
٠٫٤٨	٠٫١١	٠٫٢٣	٠٫٣٤	٠٫٤٦	٠٫٦٩
٠٫٤٩	٠٫١٢	٠٫٢٤	٠٫٣٦	٠٫٤٨	٠٫٧٢
٠٫٥٠	٠٫١٢	٠٫٢٥	٠٫٣٧	٠٫٥٠	٠٫٧٥

جدول نمرة ٥ مسائل الميول الجانبية

د	$د^2 \times \frac{1}{2}$	$د^2 \times 1$	$د^2 \times \frac{3}{2}$	$د^2 \times 2$	$د^2 \times 3$
٠٫٥١	٠٫١٣	٠٫٢٦	٠٫٣٩	٠٫٥٢	٠٫٧٨
٠٫٥٢	٠٫١٣	٠٫٢٧	٠٫٤٠	٠٫٥٤	٠٫٨١
٠٫٥٣	٠٫١٤	٠٫٢٨	٠٫٤٢	٠٫٥٦	٠٫٨٤
٠٫٥٤	٠٫١٤	٠٫٢٩	٠٫٤٤	٠٫٥٨	٠٫٨٧
٠٫٥٥	٠٫١٥	٠٫٣٠	٠٫٤٥	٠٫٦٠	٠٫٩١
٠٫٥٦	٠٫١٦	٠٫٣١	٠٫٤٧	٠٫٦٣	٠٫٩٤
٠٫٥٧	٠٫١٦	٠٫٣٢	٠٫٤٩	٠٫٦٥	٠٫٩٧
٠٫٥٨	٠٫١٧	٠٫٣٤	٠٫٥٠	٠٫٦٧	١٫٠١
٠٫٥٩	٠٫١٧	٠٫٣٥	٠٫٥٢	٠٫٧٠	١٫٠٤
٠٫٦٠	٠٫١٨	٠٫٣٦	٠٫٥٤	٠٫٧٢	١٫٠٨
٠٫٦١	٠٫١٩	٠٫٣٧	٠٫٥٦	٠٫٧٤	١٫١٢
٠٫٦٢	٠٫١٩	٠٫٣٨	٠٫٥٨	٠٫٧٧	١٫١٥
٠٫٦٣	٠٫٢٠	٠٫٤٠	٠٫٥٩	٠٫٧٩	١٫١٩
٠٫٦٤	٠٫٢٠	٠٫٤١	٠٫٦١	٠٫٨٢	١٫٢٣
٠٫٦٥	٠٫٢١	٠٫٤٢	٠٫٦٣	٠٫٨٤	١٫٢٧
٠٫٦٦	٠٫٢٢	٠٫٤٣	٠٫٦٥	٠٫٨٧	١٫٣١
٠٫٦٧	٠٫٢٢	٠٫٤٥	٠٫٦٧	٠٫٩٠	١٫٣٥
٠٫٦٨	٠٫٢٣	٠٫٤٦	٠٫٦٩	٠٫٩٢	١٫٣٩
٠٫٦٩	٠٫٢٤	٠٫٤٨	٠٫٧١	٠٫٩٥	١٫٤٣
٠٫٧٠	٠٫٢٤	٠٫٤٩	٠٫٧٣	٠٫٩٨	١٫٤٧
٠٫٧١	٠٫٢٥	٠٫٥٠	٠٫٧٦	١٫٠١	١٫٥١
٠٫٧٢	٠٫٢٦	٠٫٥٢	٠٫٧٨	١٫٠٤	١٫٥٥
٠٫٧٣	٠٫٢٧	٠٫٥٣	٠٫٨٠	١٫٠٦	١٫٦٠
٠٫٧٤	٠٫٢٧	٠٫٥٥	٠٫٨٢	١٫٠٩	١٫٦٤
٠٫٧٥	٠٫٢٨	٠٫٥٦	٠٫٨٤	١٫١٣	١٫٦٩

جدول نمرة ٥ مسائح الميـــول الجانبيـــة

ى	$ى^{٢} \times \frac{١}{٢}$	$ى^{٢} \times ١$	$ى^{٢} \times \frac{٣}{٢}$	$ى^{٢} \times ٢$	$ى^{٢} \times ٣$
٠,٧٦	٠,٢٩	٠,٥٨	٠,٨٧	١,١٥	١,٧٣
٠,٧٧	٠,٣٠	٠,٥٩	٠,٨٩	١,١٨	١,٧٨
٠,٧٨	٠,٣٠	٠,٦١	٠,٩١	١,٢٢	١,٨٢
٠,٧٩	٠,٣١	٠,٦٢	٠,٩٤	١,٢٥	١,٨٧
٠,٨٠	٠,٣٢	٠,٦٤	٠,٩٦	١,٢٨	١,٩٢
٠,٨١	٠,٣٣	٠,٦٦	٠,٩٨	١,٣١	١,٩٧
٠,٨٢	٠,٣٤	٠,٦٧	١,٠١	١,٣٤	٢,٠٢
٠,٨٣	٠,٣٤	٠,٦٩	١,٠٣	١,٣٨	٢,٠٧
٠,٨٤	٠,٣٥	٠,٧٠	١,٠٦	١,٤١	٢,١٢
٠,٨٥	٠,٣٦	٠,٧٢	١,٠٨	١,٤٤	٢,١٧
٠,٨٦	٠,٣٧	٠,٧٤	١,١١	١,٤٨	٢,٢٢
٠,٨٧	٠,٣٨	٠,٧٦	١,١٣	١,٥١	٢,٢٧
٠,٨٨	٠,٣٩	٠,٧٧	١,١٦	١,٥٥	٢,٣٢
٠,٨٩	٠,٤٠	٠,٧٩	١,١٩	١,٥٨	٢,٣٨
٠,٩٠	٠,٤٠	٠,٨١	١,٢١	١,٦٢	٢,٤٣
٠,٩١	٠,٤١	٠,٨٣	١,٢٤	١,٦٦	٢,٤٨
٠,٩٢	٠,٤٢	٠,٨٥	١,٢٧	١,٦٩	٢,٥٤
٠,٩٣	٠,٤٣	٠,٨٦	١,٣٠	١,٧٣	٢,٥٩
٠,٩٤	٠,٤٤	٠,٨٨	١,٣٢	١,٧٧	٢,٦٥
٠,٩٥	٠,٤٥	٠,٩٠	١,٣٥	١,٨٠	٢,٧١
٠,٩٦	٠,٤٦	٠,٩٢	١,٣٨	١,٨٤	٢,٧٦
٠,٩٧	٠,٤٧	٠,٩٤	١,٤١	١,٨٨	٢,٨٢
٠,٩٨	٠,٤٨	٠,٩٦	١,٤٤	١,٩٢	٢,٨٨
٠,٩٩	٠,٤٩	٠,٩٨	١,٤٧	١,٩٦	٢,٩٤
١,٠٠	٠,٥٠	١,٠٠	١,٥٠	٢,٠٠	٣,٠٠

جدول نمرة ٥ مسائح الميول الجانبية

د	$\text{د}^{2} \times \frac{1}{2}$	$\text{د}^{2} \times 1$	$\text{د}^{2} \times \frac{3}{2}$	$\text{د}^{2} \times 2$	$\text{د}^{2} \times 3$
١٫٠١	٠٫٥١	١٫٠٢	١٫٥٣	٢٫٠٤	٣٫٠٦
١٫٠٢	٠٫٥٢	١٫٠٤	١٫٥٦	٢٫٠٨	٣٫١٢
١٫٠٣	٠٫٥٣	١٫٠٦	١٫٥٩	٢٫١٢	٣٫١٨
١٫٠٤	٠٫٥٤	١٫٠٨	١٫٦٢	٢٫١٦	٣٫٢٤
١٫٠٥	**٠٫٥٥**	**١٫١٠**	**١٫٦٥**	**٢٫٢٠**	**٣٫٣١**
١٫٠٦	٠٫٥٦	١٫١٢	١٫٦٨	٢٫٢٥	٣٫٣٧
١٫٠٧	٠٫٥٧	١٫١٤	١٫٧٢	٢٫٢٩	٣٫٤٣
١٫٠٨	٠٫٥٨	١٫١٧	١٫٧٥	٢٫٣٣	٣٫٥٠
١٫٠٩	٠٫٥٩	١٫١٩	١٫٧٨	٢٫٣٨	٣٫٥٦
١٫١٠	**٠٫٦٠**	**١٫٢١**	**١٫٨١**	**٢٫٤٢**	**٣٫٦٣**
١٫١١	٠٫٦٢	١٫٢٣	١٫٨٥	٢٫٤٦	٣٫٧٠
١٫١٢	٠٫٦٣	١٫٢٥	١٫٨٨	٢٫٥١	٣٫٧٦
١٫١٣	٠٫٦٤	١٫٢٨	١٫٩١	٢٫٥٥	٣٫٨٣
١٫١٤	٠٫٦٥	١٫٣٠	١٫٩٥	٢٫٦٠	٣٫٩٠
١٫١٥	**٠٫٦٦**	**١٫٣٢**	**١٫٩٨**	**٢٫٦٤**	**٣٫٩٧**
١٫١٦	٠٫٦٧	١٫٣٤	٢٫٠٢	٢٫٦٩	٤٫٠٤
١٫١٧	٠٫٦٨	١٫٣٧	٢٫٠٥	٢٫٧٤	٤٫١١
١٫١٨	٠٫٧٠	١٫٣٩	٢٫٠٩	٢٫٧٨	٤٫١٨
١٫١٩	٠٫٧١	١٫٤٢	٢٫١٢	٢٫٨٣	٤٫٢٥
١٫٢٠	**٠٫٧٢**	**١٫٤٤**	**٢٫١٦**	**٢٫٨٨**	**٤٫٣٢**
١٫٢١	٠٫٧٣	١٫٤٦	٢٫٢٠	٢٫٩٣	٤٫٣٩
١٫٢٢	٠٫٧٤	١٫٤٩	٢٫٢٣	٢٫٩٨	٤٫٤٦
١٫٢٣	٠٫٧٦	١٫٥١	٢٫٢٧	٣٫٠٢	٤٫٥٤
١٫٢٤	٠٫٧٧	١٫٥٤	٢٫٣١	٣٫٠٧	٤٫٦١
١٫٢٥	**٠٫٧٨**	**١٫٥٦**	**٢٫٣٤**	**٣٫١٢**	**٤٫٦٩**

جدول نمرة ٥ مسائح الميول الجانبية

ء	$ء^2 \times \frac{1}{2}$	$ء^2 \times 1$	$ء^2 \times \frac{3}{2}$	$ء^2 \times 2$	$ء^2 \times 3$
١٫٢٦	٠٫٧٩	١٫٥٩	٢٫٣٨	٣٫١٧	٤٫٧٦
١٫٢٧	٠٫٨١	١٫٦١	٢٫٤٢	٣٫٢٢	٤٫٨٤
١٫٢٨	٠٫٨٢	١٫٦٤	٢٫٤٦	٣٫٢٨	٤٫٩١
١٫٢٩	٠٫٨٣	١٫٦٦	٢٫٥٠	٣٫٣٣	٤٫٩٩
١٫٣٠	**٠٫٨٤**	**١٫٦٩**	**٢٫٥٣**	**٣٫٣٨**	**٥٫٠٧**
١٫٣١	٠٫٨٦	١٫٧٢	٢٫٥٧	٣٫٤٣	٥٫١٥
١٫٣٢	٠٫٨٧	١٫٧٤	٢٫٦١	٣٫٤٨	٥٫٢٣
١٫٣٣	٠٫٨٨	١٫٧٧	٢٫٦٥	٣٫٥٤	٥٫٣١
١٫٣٤	٠٫٩٠	١٫٧٩	٢٫٦٩	٣٫٥٩	٥٫٣٩
١٫٣٥	**٠٫٩١**	**١٫٨٢**	**٢٫٧٣**	**٣٫٦٤**	**٥٫٤٧**
١٫٣٦	٠٫٩٢	١٫٨٥	٢٫٧٧	٣٫٧٠	٥٫٥٥
١٫٣٧	٠٫٩٤	١٫٨٨	٢٫٨١	٣٫٧٥	٥٫٦٣
١٫٣٨	٠٫٩٥	١٫٩٠	٢٫٨٦	٣٫٨١	٥٫٧١
١٫٣٩	٠٫٩٧	١٫٩٣	٢٫٩٠	٣٫٨٦	٥٫٨٠
١٫٤٠	**٠٫٩٨**	**١٫٩٦**	**٢٫٩٤**	**٣٫٩٢**	**٥٫٨٨**
١٫٤١	٠٫٩٩	١٫٩٩	٢٫٩٨	٣٫٩٨	٥٫٩٦
١٫٤٢	١٫٠١	٢٫٠٢	٣٫٠٢	٤٫٠٣	٦٫٠٥
١٫٤٣	١٫٠٢	٢٫٠٤	٣٫٠٧	٤٫٠٩	٦٫١٣
١٫٤٤	١٫٠٤	٢٫٠٧	٣٫١١	٤٫١٥	٦٫٢٢
١٫٤٥	**١٫٠٥**	**٢٫١٠**	**٣٫١٥**	**٤٫٢٠**	**٦٫٣١**
١٫٤٦	١٫٠٦	٢٫١٣	٣٫٢٠	٤٫٢٦	٦٫٣٩
١٫٤٧	١٫٠٨	٢٫١٦	٣٫٢٤	٤٫٣٢	٦٫٤٨
١٫٤٨	١٫٠٩	٢٫١٩	٣٫٢٨	٤٫٣٨	٦٫٥٧
١٫٤٩	١٫١١	٢٫٢٢	٣٫٣٣	٤٫٤٤	٦٫٦٦
١٫٥٠	**١٫١٢**	**٢٫٢٥**	**٣٫٣٧**	**٤٫٥٠**	**٦٫٧٥**

جدول نمرة ٥ مسائح الميول الجانبية

د	$\text{د}^2 \times \frac{1}{2}$	$\text{د}^2 \times 1$	$\text{د}^2 \times \frac{3}{2}$	$\text{د}^2 \times 2$	$\text{د}^2 \times 3$
١,٥١	١,١٤	٢,٢٨	٣,٤٢	٤,٥٦	٦,٨٤
١,٥٢	١,١٥	٢,٣١	٣,٤٦	٤,٦٢	٦,٩٣
١,٥٣	١,١٧	٢,٣٤	٣,٥١	٤,٦٨	٧,٠٢
١,٥٤	١,١٨	٢,٣٧	٣,٥٦	٤,٧٤	٧,١١
١,٥٥	**١,٢٠**	**٢,٤٠**	**٣,٦٠**	**٤,٨٠**	**٧,٢١**
١,٥٦	١,٢٢	٢,٤٣	٣,٦٥	٤,٨٧	٧,٣٠
١,٥٧	١,٢٣	٢,٤٦	٣,٧٠	٤,٩٣	٧,٣٩
١,٥٨	١,٢٥	٢,٥٠	٣,٧٤	٤,٩٩	٧,٤٩
١,٥٩	١,٢٦	٢,٥٣	٣,٧٩	٥,٠٦	٧,٥٨
١,٦٠	**١,٢٨**	**٢,٥٦**	**٣,٨٤**	**٥,١٣**	**٧,٦٨**
١,٦١	١,٣٠	٢,٥٩	٣,٨٩	٥,١٨	٧,٧٨
١,٦٢	١,٣١	٢,٦٢	٣,٩٤	٥,٢٥	٧,٨٧
١,٦٣	١,٣٣	٢,٦٦	٣,٩٨	٥,٣١	٧,٩٧
١,٦٤	١,٣٤	٢,٦٩	٤,٠٣	٥,٣٨	٨,٠٧
١,٦٥	**١,٣٦**	**٢,٧٢**	**٤,٠٨**	**٥,٤٤**	**٨,١٧**
١,٦٦	١,٣٨	٢,٧٥	٤,١٣	٥,٥١	٨,٢٧
١,٦٧	١,٣٩	٢,٧٩	٤,١٨	٥,٥٨	٨,٣٧
١,٦٨	١,٤١	٢,٨٢	٤,٢٣	٥,٦٤	٨,٤٧
١,٦٩	١,٤٣	٢,٨٦	٤,٢٨	٥,٧١	٨,٥٧
١,٧٠	**١,٤٤**	**٢,٨٩**	**٤,٣٣**	**٥,٧٨**	**٨,٦٧**
١,٧١	١,٤٦	٢,٩٢	٤,٣٩	٥,٨٥	٨,٧٧
١,٧٢	١,٤٨	٢,٩٦	٤,٤٤	٥,٩٢	٨,٨٧
١,٧٣	١,٥٠	٢,٩٩	٤,٤٩	٥,٩٨	٨,٩٨
١,٧٤	١,٥١	٣,٠٣	٤,٥٤	٦,٠٥	٩,٠٨
١,٧٥	**١,٥٣**	**٣,٠٦**	**٤,٥٩**	**٦,١٣**	**٩,٩١**

جدول نمرة ٥ مسائح الميـــول الجانبيـــة

د	$د^2 \times \frac{1}{2}$	$د^2 \times ١$	$د^2 \times \frac{3}{2}$	$د^2 \times ٢$	$د^2 \times ٣$
١٫٧٦	١٫٥٥	٣٫١٠	٤٫٦٥	٦٫١٩	٩٫٢٩
١٫٧٧	١٫٥٧	٣٫١٣	٤٫٧٠	٦٫٢٦	٩٫٤٠
١٫٧٨	١٫٥٨	٣٫١٧	٤٫٧٥	٦٫٣٤	٩٫٥٠
١٫٧٩	١٫٦٠	٣٫٢٠	٤٫٨١	٦٫٤١	٩٫٦١
١٫٨٠	**١٫٦٢**	**٣٫٢٤**	**٤٫٨٦**	**٦٫٤٨**	**٩٫٧٢**
١٫٨١	١٫٦٤	٣٫٢٨	٤٫٩١	٦٫٥٥	٩٫٨٣
١٫٨٢	١٫٦٦	٣٫٣١	٤٫٩٧	٦٫٦٢	٩٫٩٤
١٫٨٣	١٫٦٧	٣٫٣٥	٥٫٠٢	٦٫٧٠	١٠٫٠٥
١٫٨٤	١٫٦٩	٣٫٣٨	٥٫٠٨	٦٫٧٧	١٠٫١٦
١٫٨٥	**١٫٧١**	**٣٫٤٢**	**٥٫١٣**	**٦٫٨٤**	**١٠٫٢٧**
١٫٨٦	١٫٧٣	٣٫٤٦	٥٫١٩	٦٫٩٢	١٠٫٣٨
١٫٨٧	١٫٧٥	٣٫٥٠	٥٫٢٤	٦٫٩٩	١٠٫٤٩
١٫٨٨	١٫٧٧	٣٫٥٣	٥٫٣٠	٧٫٠٧	١٠٫٦٠
١٫٨٩	١٫٧٩	٣٫٥٧	٥٫٣٦	٧٫١٤	١٠٫٧٢
١٫٩٠	**١٫٨٠**	**٣٫٦١**	**٥٫٤١**	**٧٫٢٢**	**١٠٫٨٣**
١٫٩١	١٫٨٢	٣٫٦٥	٥٫٤٧	٧٫٣٠	١٠٫٩٤
١٫٩٢	١٫٨٤	٣٫٦٩	٥٫٥٣	٧٫٣٧	١١٫٠٦
١٫٩٣	١٫٨٦	٣٫٧٢	٥٫٥٩	٧٫٤٥	١١٫١٧
١٫٩٤	١٫٨٨	٣٫٧٦	٥٫٦٤	٧٫٥٣	١١٫٢٩
١٫٩٥	**١٫٩٠**	**٣٫٨٠**	**٥٫٧٠**	**٧٫٦٠**	**١١٫٤١**
١٫٩٦	١٫٩٢	٣٫٨٤	٥٫٧٦	٧٫٦٨	١١٫٥٢
١٫٩٧	١٫٩٤	٣٫٨٨	٥٫٨٢	٧٫٧٦	١١٫٦٤
١٫٩٨	١٫٩٦	٣٫٩٢	٥٫٨٨	٧٫٨٤	١١٫٧٦
١٫٩٩	١٫٩٨	٣٫٩٦	٥٫٩٤	٧٫٩٢	١١٫٨٨
٢٫٠٠	**٢٫٠٠**	**٤٫٠٠**	**٦٫٠٠**	**٨٫٠٠**	**١٢٫٠٠**

جدول نمرة ٥ مسائح الميول الجانبية

د	$د^{٢} \times \frac{١}{٢}$	$د^{٢} \times ١$	$د^{٢} \times \frac{٣}{٢}$	$د^{٢} \times ٢$	$د^{٢} \times ٣$
٢٫٠١	٢٫٠٢	٤٫٠٤	٦٫٠٦	٨٫٠٨	١٢٫١٢
٢٫٠٢	٢٫٠٤	٤٫٠٨	٦٫١٢	٨٫١٦	١٢٫٢٤
٢٫٠٣	٢٫٠٦	٤٫١٢	٦٫١٨	٨٫٢٤	١٢٫٣٦
٢٫٠٤	٢٫٠٨	٤٫١٦	٦٫٢٤	٨٫٣٢	١٢٫٤٨
٢٫٠٥	**٢٫١٠**	**٤٫٢٠**	**٦٫٣٠**	**٨٫٤٠**	**١٢٫٦١**
٢٫٠٦	٢٫١٢	٤٫٢٤	٦٫٣٦	٨٫٤٩	١٢٫٧٣
٢٫٠٧	٢٫١٤	٤٫٢٨	٦٫٤٣	٨٫٥٧	١٢٫٨٥
٢٫٠٨	٢٫١٦	٤٫٣٣	٦٫٤٩	٨٫٦٥	١٢٫٩٨
٢٫٠٩	٢٫١٨	٤٫٣٧	٦٫٥٥	٨٫٧٤	١٣٫١٠
٢٫١٠	**٢٫٢٠**	**٤٫٤١**	**٦٫٦١**	**٨٫٨٢**	**١٣٫٢٣**
٢٫١١	٢٫٢٣	٤٫٤٥	٦٫٦٨	٨٫٩٠	١٣٫٣٦
٢٫١٢	٢٫٢٥	٤٫٤٩	٦٫٧٤	٨٫٩٩	١٣٫٤٨
٢٫١٣	٢٫٢٧	٤٫٥٤	٦٫٨٠	٩٫٠٧	١٣٫٦١
٢٫١٤	٢٫٢٩	٤٫٥٨	٦٫٨٧	٩٫١٦	١٣٫٧٤
٢٫١٥	**٢٫٣١**	**٤٫٦٢**	**٦٫٩٣**	**٩٫٢٤**	**١٣٫٨٧**
٢٫١٦	٢٫٣٣	٤٫٦٦	٧٫٠٠	٩٫٣٣	١٤٫٠٠
٢٫١٧	٢٫٣٥	٤٫٧١	٧٫٠٦	٩٫٤٢	١٤٫١٣
٢٫١٨	٢٫٣٨	٤٫٧٥	٧٫١٣	٩٫٥٠	١٤٫٢٦
٢٫١٩	٢٫٤٠	٤٫٨٠	٧٫١٩	٩٫٥٩	١٤٫٣٩
٢٫٢٠	**٢٫٤٢**	**٤٫٨٤**	**٧٫٢٦**	**٩٫٦٨**	**١٤٫٥٢**
٢٫٢١	٢٫٤٤	٤٫٨٨	٧٫٣٣	٩٫٧٧	١٤٫٦٥
٢٫٢٢	٢٫٤٦	٤٫٩٣	٧٫٣٩	٩٫٨٦	١٤٫٧٨
٢٫٢٣	٢٫٤٩	٤٫٩٧	٧٫٤٦	٩٫٩٤	١٤٫٩٢
٢٫٢٤	٢٫٥١	٥٫٠٢	٧٫٥٣	١٠٫٠٣	١٥٫٠٥
٢٫٢٥	**٢٫٥٣**	**٥٫٠٦**	**٧٫٥٩**	**١٠٫١٢**	**١٥٫١٩**

جدول نمرة ٥ مسائح الميـــول الجانبيـــة

ء	ء^{٢} × $\frac{١}{٢}$	ء^{٢} × ١	ء^{٢} × $\frac{٣}{٢}$	ء^{٢} × ٢	ء^{٢} × ٣
٢٫٢٦	٢٫٥٥	٥٫١١	٧٫٦٦	١٠٫٢١	١٥٫٣٢
٢٫٢٧	٢٫٥٨	٥٫١٥	٧٫٧٣	١٠٫٣٠	١٥٫٤٦
٢٫٢٨	٢٫٦١	٥٫٢٠	٧٫٨٠	١٠٫٤٠	١٥٫٥٩
٢٫٢٩	٢٫٦٢	٥٫٢٤	٧٫٨٧	١٠٫٤٩	١٥٫٧٣
٢٫٣٠	**٢٫٦٤**	**٥٫٢٩**	**٧٫٩٣**	**١٠٫٥٨**	**١٥٫٨٧**
٢٫٣١	٢٫٦٧	٥٫٣٤	٨٫٠٠	١٠٫٦٧	١٦٫٠١
٢٫٣٢	٢٫٦٩	٥٫٣٨	٨٫٠٧	١٠٫٧٦	١٦٫١٥
٢٫٣٣	٢٫٧١	٥٫٤٣	٨٫١٤	١٠٫٨٦	١٦٫٢٩
٢٫٣٤	٢٫٧٤	٥٫٤٧	٨٫٢١	١٠٫٩٥	١٦٫٤٣
٢٫٣٥	**٢٫٧٦**	**٥٫٥٢**	**٨٫٢٨**	**١١٫٠٤**	**١٦٫٥٧**
٢٫٣٦	٢٫٧٨	٥٫٥٧	٨٫٣٥	١١٫١٤	١٦٫٧١
٢٫٣٧	٢٫٨١	٥٫٦٢	٨٫٤٢	١١٫٢٣	١٦٫٨٥
٢٫٣٨	٢٫٨٣	٥٫٦٦	٨٫٥٠	١١٫٣٣	١٦٫٩٩
٢٫٣٩	٢٫٨٦	٥٫٧١	٨٫٥٧	١١٫٤٢	١٧٫١٤
٢٫٤٠	**٢٫٨٨**	**٥٫٧٦**	**٨٫٦٤**	**١١٫٥٢**	**١٧٫٢٨**
٢٫٤١	٢٫٩٠	٥٫٨١	٨٫٧١	١١٫٦٢	١٧٫٤٢
٢٫٤٢	٢٫٩٣	٥٫٨٦	٨٫٧٨	١١٫٧١	١٧٫٥٧
٢٫٤٣	٢٫٩٥	٥٫٩٠	٨٫٨٦	١١٫٨١	١٧٫٧١
٢٫٤٤	٢٫٩٨	٥٫٩٥	٨٫٩٣	١١٫٩١	١٧٫٨٦
٢٫٤٥	**٣٫٠٠**	**٦٫٠٠**	**٩٫٠٠**	**١٢٫٠٠**	**١٨٫٠١**
٢٫٤٦	٣٫٠٢	٦٫٠٥	٩٫٠٨	١٢٫١٠	١٨٫١٥
٢٫٤٧	٣٫٠٥	٦٫١٠	٩٫١٥	١٢٫٢٠	١٨٫٣٠
٢٫٤٨	٣٫٠٧	٦٫١٥	٩٫٢٢	١٢٫٣٠	١٨٫٤٥
٢٫٤٩	٣٫١٠	٦٫٢٠	٩٫٣٠	١٢٫٤٠	١٨٫٦٠
٢٫٥٠	**٣٫١٢**	**٦٫٢٥**	**٩٫٣٧**	**١٢٫٥٠**	**١٨٫٧٥**

جدول نمرة ٥ مسائح الميول الجانبية

ى	$ى^{2} \times \frac{1}{2}$	$ى^{2} \times 1$	$ى^{2} \times \frac{3}{2}$	$ى^{2} \times 2$	$ى^{2} \times 3$
٢,٥١	٣,١٥	٦,٣٠	٩,٤٥	١٢,٦٠	١٨,٩٠
٢,٥٢	٣,١٧	٦,٣٥	٩,٥٢	١٢,٧٠	١٩,٠٥
٢,٥٣	٣,٢٠	٦,٤٠	٩,٦٠	١٢,٨٠	١٩,٢٠
٢,٥٤	٣,٢٢	٦,٤٥	٩,٦٨	١٢,٩٠	١٩,٣٥
٢,٥٥	**٣,٢٥**	**٦,٥٠**	**٩,٧٥**	**١٣,٠٠**	**١٩,٥١**
٢,٥٦	٣,٢٨	٦,٥٥	٩,٨٣	١٣,١١	١٩,٦٦
٢,٥٧	٣,٣٠	٦,٦٠	٩,٩١	١٣,٢١	١٩,٨١
٢,٥٨	٣,٣٣	٦,٦٦	٩,٩٨	١٣,٣١	١٩,٩٧
٢,٥٩	٣,٣٥	٦,٧١	١٠,٠٦	١٣,٤٢	٢٠,١٢
٢,٦٠	**٣,٣٨**	**٦,٧٦**	**١٠,١٤**	**١٣,٥٢**	**٢٠,٢٨**
٢,٦١	٣,٤١	٦,٨١	١٠,٢٢	١٣,٦٢	٢٠,٤٤
٢,٦٢	٣,٤٣	٦,٨٦	١٠,٣٠	١٢,٧٣	٢٠,٥٩
٢,٦٣	٣,٤٦	٦,٩٢	١٠,٣٧	١٣,٨٣	٢٠,٧٥
٢,٦٤	٣,٤٨	٦,٩٧	١٠,٤٥	١٣,٩٤	٢٠,٩١
٢,٦٥	**٣,٥١**	**٧,٠٢**	**١٠,٥٣**	**١٤,٠٤**	**٢١,٠٧**
١,٦٦	٣,٥٤	٧,٠٧	١٠,٦١	١٤,١٥	٢١,٢٣
٢,٦٧	٣,٥٦	٧,١٣	١٠,٦٩	١٤,٢٦	٢١,٣٩
٢,٦٨	٣,٥٩	٧,١٨	١٠,٧٧	١٤,٣٦	٢١,٥٥
٢,٦٩	٣,٦٢	٧,٢٤	١٠,٨٥	١٤,٤٧	٢١,٧١
٢,٧٠	**٣,٦٤**	**٧,٢٩**	**١٠,٩٣**	**١٤,٥٨**	**٢١,٨٧**
٢,٧١	٣,٦٧	٧,٣٤	١١,٠٢	١٤,٦٩	٢٢,٠٣
٢,٧٢	٣,٧٠	٧,٤٠	١١,١٠	١٤,٨٠	٢٢,١٩
٢,٧٣	٣,٧٣	٧,٤٥	١١,١٨	١٤,٩٠	٢٢,٣٦
٢,٧٤	٣,٧٥	٧,٥١	١١,٢٦	١٥,٠١	٢٢,٥٢
٢,٧٥	**٣,٧٨**	**٧,٥٦**	**١١,٣٤**	**١٥,١٢**	**٢٢,٦٩**

جدول نمرة ٥ مسائح الميول الجانبية

ء	$ء^{2} \times \frac{1}{2}$	$ء^{2} \times 1$	$ء^{2} \times \frac{3}{2}$	$ء^{2} \times 2$	$ء^{2} \times 3$
٢٫٧٦	٣٫٨١	٧٫٦٢	١١٫٤٣	١٥٫٢٣	٢٢٫٨٥
٢٫٧٧	٣٫٨٤	٧٫٦٧	١١٫٥١	١٥٫٣٤	٢٣٫٠٢
٢٫٧٨	٣٫٨٦	٧٫٧٣	١١٫٥٩	١٥٫٤٦	٢٣٫١٨
٢٫٧٩	٣٫٨٩	٧٫٧٨	١١٫٦٨	١٥٫٥٧	٢٣٫٣٥
٢٫٨٠	**٣٫٩٢**	**٧٫٨٤**	**١١٫٧٦**	**١٥٫٦٨**	**٢٣٫٥٢**
٢٫٨١	٣٫٩٥	٧٫٩٠	١١٫٨٤	١٥٫٧٩	٢٣٫٦٩
٢٫٨٢	٣٫٩٨	٧٫٩٥	١١٫٩٣	١٥٫٩٠	٢٣٫٨٦
٢٫٨٣	٤٫٠٠	٨٫٠١	١٢٫٠١	١٦٫٠٢	٢٤٫٠٣
٢٫٨٤	٤٫٠٣	٨٫٠٦	١٢٫١٠	١٦٫١٣	٢٤٫٢٠
٢٫٨٥	**٤٫٠٦**	**٨٫١٢**	**١٢٫١٨**	**١٦٫٢٤**	**٢٤٫٣٧**
٢٫٨٦	٤٫٠٩	٨٫١٨	١٢٫٢٧	١٦٫٣٦	٢٤٫٥٤
٢٫٨٧	٤٫١٢	٨٫٢٤	١٢٫٣٥	١٦٫٤٧	٢٤٫٧١
٢٫٨٨	٤٫١٥	٨٫٢٩	١٢٫٤٤	١٦٫٥٩	٢٤٫٨٨
٢٫٨٩	٤٫١٨	٨٫٣٥	١٢٫٥٣	١٦٫٧٠	٢٥٫٠٦
٢٫٩٠	**٤٫٢٠**	**٨٫٤١**	**١٢٫٦١**	**١٦٫٨٢**	**٢٥٫٢٣**
٣٫٩١	٤٫٢٣	٨٫٤٧	١٢٫٧٠	١٦٫٩٤	٢٥٫٤٠
٢٫٩٢	٤٫٢٦	٨٫٥٣	١٢٫٧٩	١٧٫٠٥	٢٥٫٥٨
٢٫٩٣	٤٫٢٩	٨٫٥٨	١٢٫٨٨	١٧٫١٧	٢٥٫٧٥
٢٫٩٤	٤٫٣٢	٨٫٦٤	١٢٫٩٦	١٧٫٢٩	٢٥٫٩٣
٢٫٩٥	**٤٫٣٥**	**٨٫٧٠**	**١٣٫٠٥**	**١٧٫٤٠**	**٢٦٫١١**
٢٫٩٦	٤٫٣٨	٨٫٧٦	١٣٫١٤	١٧٫٥٢	٢٦٫٢٨
٢٫٩٧	٤٫٤١	٨٫٨٢	١٣٫٢٣	١٧٫٦٤	٢٦٫٤٦
٢٫٩٨	٤٫٤٤	٨٫٨٨	١٣٫٣٢	١٧٫٧٦	٢٦٫٦٤
٢٫٩٩	٤٫٤٧	٨٫٩٤	١٣٫٤١	١٧٫٨٨	٢٦٫٨٢
٣٫٠٠	**٤٫٥٠**	**٩٫٠٠**	**١٣٫٥٠**	**١٨٫٠٠**	**٢٧٫٠٠**

جدول نمرة ٥ مسائح الميول الجانبية

د	$د^{٢} \times \frac{١}{٢}$	$د^{٢} \times ١$	$د^{٢} \times \frac{٣}{٢}$	$د^{٢} \times ٢$	$د^{٢} \times ٣$
٣٫٠١	٤٫٥٣	٩٫٠٦	١٣٫٥٩	١٨٫١٢	٢٧٫١٨
٣٫٠٢	٤٫٥٦	٩٫١٢	١٣٫٦٨	١٨٫٢٤	٢٧٫٣٦
٣٫٠٣	٤٫٥٩	٩٫١٨	١٣٫٧٨	١٨٫٣٦	٢٧٫٥٤
٣٫٠٤	٤٫٦٢	٩٫٢٤	١٣٫٨٦	١٨٫٤٨	٢٧٫٧٢
٣٫٠٥	**٤٫٦٥**	**٩٫٣٠**	**١٣٫٩٥**	**١٨٫٦٠**	**٢٧٫٩١**
٣٫٠٦	٤٫٦٨	٩٫٣٦	١٤٫٠٤	١٨٫٧٣	٢٨٫٠٩
٣٫٠٧	٤٫٧١	٩٫٤٢	١٤٫١٤	١٨٫٨٥	٢٨٫٢٧
٣٫٠٨	٤٫٧٤	٩٫٤٩	١٤٫٢٣	١٨٫٩٧	٢٨٫٤٦
٣٫٠٩	٤٫٧٧	٩٫٥٥	١٤٫٣٢	١٩٫١٠	٢٨٫٦٤
٣٫١٠	**٤٫٨٠**	**٩٫٦١**	**١٤٫٤١**	**١٩٫٢٢**	**٢٨٫٨٣**
٣٫١١	٤٫٨٤	٩٫٦٧	١٤٫٥١	١٩٫٣٤	٢٩٫٠٢
٣٫١٢	٤٫٨٧	٩٫٧٣	١٤٫٦٠	١٩٫٤٧	٢٩٫٢٠
٣٫١٣	٤٫٩٠	٩٫٨٠	١٤٫٦٩	١٩٫٥٩	٢٩٫٣٩
٣٫١٤	٤٫٩٣	٩٫٨٦	١٤٫٧٩	١٩٫٧٢	٢٩٫٥٨
٣٫١٥	**٤٫٩٦**	**٩٫٩٢**	**١٤٫٨٨**	**١٩٫٨٤**	**٢٩٫٧٧**
٣٫١٦	٤٫٩٩	٩٫٩٨	١٤٫٩٨	١٩٫٩٧	٢٩٫٩٦
٣٫١٧	٥٫٠٢	١٠٫٠٥	١٥٫٠٧	٢٠٫١٠	٣٠٫١٥
٣٫١٨	٥٫٠٦	١٠٫١١	١٥٫١٧	٢٠٫٢٢	٣٠٫٣٤
٣٫١٩	٥٫٠٩	١٠٫١٨	١٥٫٢٦	٢٠٫٣٥	٣٠٫٥٣
٣٫٢٠	**٥٫١٢**	**١٠٫٢٤**	**١٥٫٣٦**	**٢٠٫٤٨**	**٣٠٫٧٢**
٣٫٢١	٥٫١٥	١٠٫٣٠	١٥٫٤٦	٢٠٫٦١	٣٠٫٩١
٣٫٢٢	٥٫١٨	١٠٫٣٧	١٥٫٥٥	٢٠٫٧٤	٣١٫١٠
٣٫٢٣	٥٫٢٢	١٠٫٤٣	١٥٫٦٥	٢٠٫٨٦	٣١٫٣٠
٣٫٢٤	٥٫٢٥	١٠٫٥٠	١٥٫٧٥	٢٠٫٩٩	٣١٫٤٩
٣٫٢٥	**٥٫٢٨**	**١٠٫٥٦**	**١٥٫٨٤**	**٢١٫١٢**	**٣١٫٦٩**

جدول نمرة ٥ مسائح الميـــول الجانبيـــة

د	$د^2 \times \frac{1}{2}$	$د^2 \times 1$	$د^2 \times \frac{3}{2}$	$د^2 \times 2$	$د^2 \times 3$
٣,٢٦	٥,٣١	١٠,٦٣	١٥,٩٤	٢١,٢٥	٣١,٨٨
٣,٢٧	٥,٣٥	١٠,٦٩	١٦,٠٤	٢١,٣٨	٣٢,٠٨
٣,٢٨	٥,٣٨	١٠,٧٦	١٦,١٤	٢١,٥٢	٣٢,٢٧
٣,٢٩	٥,٤١	١٠,٨٢	١٦,٢٤	٢١,٦٥	٣٢,٤٧
٣,٣٠	**٥,٤٤**	**١٠,٨٩**	**١٦,٣٣**	**٢١,٧٨**	**٣٢,٦٧**
٣,٣١	٥,٤٨	١٠,٩٦	١٦,٤٣	٢١,٩١	٣٢,٨٧
٣,٣٢	٥,٥١	١١,٠٢	١٦,٥٣	٢٢,٠٤	٣٣,٠٧
٣,٣٣	٥,٥٤	١١,٠٩	١٦,٦٣	٢٢,١٨	٣٣,٢٧
٣,٣٤	٥,٥٨	١١,١٥	١٦,٧٣	٢٢,٣١	٣٣,٤٧
٣,٣٥	**٥,٦١**	**١١,٢٢**	**١٦,٨٣**	**٢٢,٤٤**	**٣٣,٦٧**
٣,٣٦	٥,٦٤	١١,٢٩	١٦,٩٣	٢٢,٥٨	٣٣,٨٧
٣,٣٧	٥,٦٨	١١,٣٦	١٧,٠٣	٢٢,٧١	٣٤,٠٧
٣,٣٨	٥,٧١	١١,٤٢	١٧,١٤	٢٢,٨٥	٣٤,٢٧
٣,٣٩	٥,٧٥	١١,٤٩	١٧,٢٤	٢٢,٩٨	٣٤,٤٨
٣,٤٠	**٥,٧٨**	**١١,٥٦**	**١٧,٣٤**	**٢٣,١٢**	**٣٤,٦٨**
٣,٤١	٥,٨١	١١,٦٣	١٧,٤٤	٢٣,٢٦	٣٤,٨٨
٣,٤٢	٥,٨٥	١١,٧٠	١٧,٥٤	٢٣,٣٩	٣٥,٠٩
٣,٤٣	٥,٨٨	١١,٧٦	١٧,٦٥	٢٣,٥٣	٣٥,٢٩
٣,٤٤	٥,٩٢	١١,٨٣	١٧,٧٥	٢٣,٦٧	٣٥,٥٠
٣,٤٥	**٥,٩٥**	**١١,٩٠**	**١٧,٨٥**	**٢٣,٨٠**	**٣٥,٧١**
٣,٤٦	٥,٩٨	١١,٩٧	١٧,٩٦	٢٣,٩٤	٣٥,٩١
٣,٤٧	٦,٠٢	١٢,٠٤	١٨,٠٦	٢٤,٠٨	٣٦,١٢
٣,٤٨	٦,٠٥	١٢,١١	١٨,١٦	٢٤,٢٢	٣٦,٣٣
٣,٤٩	٦,٠٩	١٢,١٨	١٨,٢٧	٢٤,٣٦	٣٦,٥٤
٣,٥٠	**٦,١٢**	**١٢,٢٥**	**١٨,٣٧**	**٢٤,٥٠**	**٣٦,٧٥**

جدول نمرة ٥ مسائح الميول الجانبية

د	د^{2} × $\frac{1}{2}$	د^{2} × ١	د^{2} × $\frac{3}{2}$	د^{2} × ٢	د^{2} × ٣
٣,٥١	٦,١٦	١٢,٣٢	١٨,٤٨	٢٤,٦٤	٣٦,٩٦
٣,٥٢	٦,١٩	١٢,٣٩	١٨,٥٨	٢٤,٧٨	٣٧,١٧
٣,٥٣	٦,٢٣	١٢,٤٦	١٨,٦٩	٢٤,٩٢	٣٧,٣٨
٣,٥٤	٦,٢٦	١٢,٥٣	١٨,٨٠	٢٥,٠٦	٣٧,٥٩
٣,٥٥	**٦,٣٠**	**١٢,٦٠**	**١٨,٩٠**	**٢٥,٢٠**	**٣٧,٨١**
٣,٥٦	٦,٣٤	١٢,٦٧	١٩,٠١	٢٥,٣٥	٣٨,٠٢
٣,٥٧	٦,٣٧	١٢,٧٤	١٩,١٢	٢٥,٤٩	٣٨,٢٤
٣,٥٨	٦,٤١	١٢,٨٢	١٩,٢٢	٢٥,٦٣	٣٨,٤٥
٣,٥٩	٦,٤٤	١٢,٨٩	١٩,٣٣	٢٥,٧٨	٣٨,٦٦
٣,٦٠	**٦,٤٨**	**١٢,٩٦**	**١٩,٤٤**	**٢٥,٩٢**	**٣٨,٨٨**
٣,٦١	٦,٥٢	١٣,٠٣	١٩,٥٥	٢٦,٠٦	٣٩,١٠
٣,٦٢	٦,٥٥	١٣,١٠	١٩,٦٦	٢٦,٢١	٣٩,٣١
٣,٦٣	٦,٥٩	١٣,١٨	١٩,٧٦	٢٦,٣٥	٣٩,٥٣
٣,٦٤	٦,٦٢	١٣,٢٥	١٩,٨٧	٢٦,٥٠	٣٩,٧٥
٣,٦٥	**٦,٦٦**	**١٣,٣٢**	**١٩,٩٨**	**٢٦,٦٤**	**٣٩,٩٧**
٣,٦٦	٦,٧٠	١٣,٣٩	٢٠,٠٩	٢٦,٧٩	٤٠,١٩
٣,٦٧	٦,٧٣	١٣,٤٧	٢٠,٢٠	٢٦,٩٤	٤٠,٤١
٣,٦٨	٦,٧٧	١٣,٥٤	٢٠,٣١	٢٧,٠٨	٤٠,٦٣
٣,٦٩	٦,٨١	١٣,٦٢	٢٠,٤٢	٢٧,٢٣	٤٠,٨٥
٣,٧٠	**٦,٨٤**	**١٣,٦٩**	**٢٠,٥٣**	**٢٧,٣٨**	**٤١,٠٧**
٣,٧١	٦,٨٨	١٣,٧٦	٢٠,٦٥	٢٧,٥٣	٤١,٢٩
٣,٧٢	٦,٩٢	١٣,٨٤	٢٠,٧٦	٢٧,٦٨	٤١,٥١
٣,٧٣	٦,٩٦	١٣,٩١	٢٠,٨٧	٢٧,٨٢	٤١,٧٤
٣,٧٤	٦,٩٩	١٣,٩٩	٢٠,٩٨	٢٧,٩٧	٤١,٩٦
٣,٧٥	**٧,٣٠**	**١٤,٠٦**	**٢١,٠٩**	**٢٨,١٢**	**٤٢,١٩**

جدول نمرة ٥ مسائح الميول الجانبية

د	$د^2 \times \frac{1}{2}$	$د^2 \times 1$	$د^2 \times \frac{3}{2}$	$د^2 \times 2$	$د^2 \times 3$
٣٫٧٦	٧٫٠٧	١٤٫١٤	٢١٫٢١	٢٨٫٢٧	٤٢٫٤١
٣٫٧٧	٧٫١١	١٤٫٢١	٢١٫٣٢	٢٨٫٤٢	٤٢٫٦٤
٣٫٧٨	٧٫١٤	١٤٫٢٩	٢١٫٤٣	٢٨٫٥٨	٤٢٫٨٦
٣٫٧٩	٧٫١٨	١٤٫٣٦	٢١٫٥٥	٢٨٫٧٣	٤٣٫٠٩
٣٫٨٠	**٧٫٢٢**	**١٤٫٤٤**	**٢١٫٦٦**	**٢٨٫٨٨**	**٤٣٫٣٢**
٣٫٨١	٧٫٢٦	١٤٫٥٢	٢١٫٧٧	٢٩٫٠٣	٤٣٫٥٥
٣٫٨٢	٧٫٣٠	١٤٫٥٩	٢١٫٨٩	٢٩٫١٨	٤٣٫٧٨
٣٫٨٣	٧٫٣٣	١٤٫٦٧	٢٢٫٠٠	٢٩٫٣٤	٤٤٫٠١
٣٫٨٤	٧٫٣٧	١٤٫٧٤	٢٢٫١٢	٢٩٫٤٩	٤٤٫٢٤
٣٫٨٥	**٧٫٤١**	**١٤٫٨٢**	**٢٢٫٢٣**	**٢٩٫٦٤**	**٤٤٫٤٧**
٣٫٨٦	٧٫٤٥	١٤٫٩٠	٢٢٫٣٥	٢٩٫٨٠	٤٤٫٧٠
٣٫٨٧	٧٫٤٩	١٤٫٩٨	٢٢٫٤٦	٢٩٫٩٥	٤٤٫٩٣
٣٫٨٨	٧٫٥٣	١٥٫٠٥	٢٢٫٥٨	٣٠٫١١	٤٥٫١٦
٣٫٨٩	٧٫٥٧	١٥٫١٣	٢٢٫٧٠	٣٠٫٢٦	٤٥٫٤٠
٣٫٩٠	**٧٫٦٠**	**١٥٫٢١**	**٢٢٫٨١**	**٣٠٫٤٢**	**٤٥٫٦٣**
٣٫٩١	٧٫٦٤	١٥٫٢٩	٢٢٫٩٣	٣٠٫٥٨	٤٥٫٨٦
٣٫٩٢	٧٫٦٨	١٥٫٣٧	٢٣٫٠٥	٣٠٫٧٣	٤٦٫١٠
٣٫٩٣	٧٫٧٢	١٥٫٤٤	٢٣٫١٧	٣٠٫٨٩	٤٦٫٣٣
٣٫٩٤	٧٫٧٦	١٥٫٥٢	٢٣٫٢٨	٣١٫٠٥	٤٦٫٥٧
٣٫٩٥	**٧٫٨٠**	**١٥٫٦٠**	**٢٣٫٤٠**	**٣١٫٢٠**	**٤٦٫٨١**
٣٫٩٦	٧٫٨٤	١٥٫٦٨	٢٣٫٥٢	٣١٫٣٦	٤٧٫٠٤
٣٫٩٧	٧٫٨٨	١٥٫٧٦	٢٣٫٦٤	٣١٫٥٢	٤٧٫٢٨
٣٫٩٨	٧٫٩٢	١٥٫٨٤	٢٣٫٧٦	٣١٫٦٨	٤٧٫٥٢
٣٫٩٩	٧٫٩٦	١٥٫٩٢	٢٣٫٨٨	٣١٫٨٤	٤٧٫٧٦
٤٫٠٠	**٨٫٠٠**	**١٦٫٠٠**	**٢٤٫٠٠**	**٣٢٫٠٠**	**٤٨٫٠٠**

جدول نمرة ٥ مسائح الميول الجانبية

د	$د^{2} \times \frac{1}{2}$	$د^{2} \times 1$	$د^{2} \times \frac{3}{2}$	$د^{2} \times 2$	$د^{2} \times 3$
٤,٠١	٨,٠٤	١٦,٠٨	٢٤,١٢	٣٢,١٦	٤٨,٢٤
٤,٠٢	٨,٠٨	١٦,١٦	٢٤,٢٤	٣٢,٣٢	٤٨,٤٨
٤,٠٣	٨,١٢	١٦,٢٤	٢٤,٣٦	٣٢,٤٨	٤٨,٧٢
٤,٠٤	٨,١٦	١٦,٣٢	٢٤,٤٨	٣٢,٦٤	٤٨,٩٦
٤,٠٥	**٨,٢٠**	**١٦,٤٠**	**٢٤,٦٠**	**٣٢,٨٠**	**٤٩,٢١**
٤,٠٦	٨,٢٤	١٦,٤٨	٢٤,٧٢	٣٢,٩٧	٤٩,٤٥
٤,٠٧	٨,٢٨	١٦,٥٦	٢٤,٨٥	٣٣,١٣	٤٩,٧٠
٤,٠٨	٨,٣٢	١٦,٦٥	٢٤,٩٧	٣٣,٢٩	٤٩,٩٤
٤,٠٩	٨,٣٦	١٦,٧٣	٢٥,٠٩	٣٣,٤٦	٥٠,١٨
٤,١٠	**٨,٤٠**	**١٦,٨١**	**٢٥,٢١**	**٣٣,٦٢**	**٥٠,٤٣**
٤,١١	٨,٤٥	١٦,٨٩	٢٥,٣٤	٣٣,٧٨	٥٠,٦٨
٤,١٢	٨,٤٩	١٦,٩٧	٢٥,٤٦	٣٣,٩٥	٥٠,٩٢
٤,١٣	٨,٥٣	١٧,٠٦	٢٥,٥٨	٣٤,١١	٥١,١٧
٤,١٤	٨,٥٧	١٧,١٤	٢٥,٧١	٣٤,٢٨	٥١,٤٢
٤,١٥	**٨,٦١**	**١٧,٢٢**	**٢٥,٨٣**	**٣٤,٤٤**	**٥١,٦٧**
٤,١٦	٨,٦٥	١٧,٣٠	٢٥,٩٦	٣٤,٦١	٥١,٩٢
٤,١٧	٨,٦٩	١٧,٣٩	٢٦,٠٨	٣٤,٧٨	٥٢,١٧
٤,١٨	٨,٧٤	١٧,٤٧	٢٦,٢١	٣٤,٩٤	٥٢,٤٢
٤,١٩	٨,٧٨	١٧,٥٦	٢٦,٣٣	٣٥,١١	٥٢,٦٧
٤,٢٠	**٨,٨٢**	**١٧,٦٤**	**٢٦,٤٦**	**٣٥,٢٨**	**٥٢,٩٢**
٤,٢١	٨,٨٦	١٧,٧٢	٢٦,٥٩	٣٥,٤٥	٥٣,١٧
٤,٢٢	٨,٩٠	١٧,٨١	٢٦,٧١	٣٥,٦٢	٥٣,٤٢
٤,٢٣	٨,٩٥	١٧,٨٩	٢٦,٨٤	٣٥,٧٨	٥٣,٦٨
٤,٢٤	٨,٩٩	١٧,٩٨	٢٦,٩٧	٣٥,٩٥	٥٣,٩٣
٤,٢٥	**٩,٠٣**	**١٨,٠٦**	**٢٧,٠٩**	**٣٦,١٣**	**٥٤,١٩**

جدول نمرة ٥ مسائح الميــول الجانبيــة

ى	$ى^2 \times \frac{1}{2}$	$ى^2 \times 1$	$ى^2 \times \frac{3}{2}$	$ى^2 \times 2$	$ى^2 \times 3$
٤,٢٦	٩,٠٧	١٨,١٥	٢٧,٢٢	٣٦,٢٩	٥٤,٤٤
٤,٢٧	٩,١٢	١٨,٢٣	٢٧,٣٥	٣٦,٤٦	٥٤,٧٠
٤,٢٨	٩,١٦	١٨,٣٢	٢٧,٤٨	٣٦,٦٤	٥٤,٩٥
٤,٢٩	٩,٢٠	١٨,٤٠	٢٧,٦١	٣٦,٨١	٥٥,٢١
٤,٣٠	**٩,٢٤**	**١٨,٤٩**	**٢٧,٧٣**	**٣٦,٩٨**	**٥٥,٤٧**
٤,٣١	٩,٢٩	١٨,٥٨	٢٧,٨٦	٣٧,١٥	٥٥,٧٣
٤,٣٢	٩,٣٣	١٨,٦٦	٢٧,٩٩	٣٧,٣٢	٥٥,٩٩
٤,٣٣	٩,٣٧	١٨,٧٥	٢٨,١٢	٣٧,٥٠	٥٦,٢٥
٤,٣٤	٩,٤٢	١٨,٨٣	٢٨,٢٥	٣٧,٦٧	٥٦,٥١
٤,٣٥	**٩,٤٦**	**١٨,٩٢**	**٢٨,٣٨**	**٣٧,٨٤**	**٥٦,٧٧**
٤,٣٦	٩,٥٠	١٩,٠٠	٢٨,٥١	٣٨,٠٢	٥٧,٠٣
٤,٣٧	٩,٥٥	١٩,١٠	٢٨,٦٤	٣٨,١٩	٥٧,٢٩
٤,٣٨	٩,٥٩	١٩,١٨	٢٨,٧٨	٣٨,٣٧	٥٧,٥٥
٤,٣٩	٩,٦٤	١٩,٢٧	٢٨,٩١	٣٨,٥٤	٥٧,٨٢
٤,٤٠	**٩,٦٨**	**١٩,٣٦**	**٢٩,٠٤**	**٣٨,٧٢**	**٥٨,٠٨**
٤,٤١	٩,٧٢	١٩,٤٥	٢٩,١٧	٣٨,٩٠	٥٨,٣٤
٤,٤٢	٩,٧٧	١٩,٥٤	٢٩,٣٠	٣٩,٠٧	٥٨,٦١
٤,٤٣	٩,٨١	١٩,٦٢	٢٩,٤٤	٣٩,٢٥	٥٨,٨٧
٤,٤٤	٩,٨٦	١٩,٧١	٢٩,٥٧	٣٩,٤٣	٥٩,١٤
٤,٤٥	**٩,٩٠**	**١٩,٨٠**	**٢٩,٧٠**	**٣٩,٦٠**	**٥٩,٤١**
٤,٤٦	٩,٩٤	١٩,٨٩	٢٩,٨٤	٣٩,٧٨	٥٩,٦٧
٤,٤٧	٩,٩٩	١٩,٩٨	٢٩,٩٧	٣٩,٩٦	٥٩,٩٤
٤,٤٨	١٠,٠٣	٢٠,٠٧	٣٠,١٠	٤٠,١٤	٦٠,٢١
٤,٤٩	١٠,٠٨	٢٠,١٦	٣٠,٢٤	٤٠,٣٢	٦٠,٤٨
٤,٥٠	**١٠,١٢**	**٢٠,٢٥**	**٣٠,٣٧**	**٤٠,٥٠**	**٦٠,٧٥**

جدول نمرة ٥ مسائل الميـــول الجانبيـــة

د	$د^2 \times \frac{1}{2}$	$د^2 \times 1$	$د^2 \times \frac{3}{2}$	$د^2 \times 2$	$د^2 \times 3$
٤،٥١	١٠،١٧	٢٠،٣٤	٣٠،٥١	٤٠،٦٨	٦١،٠٢
٤،٥٢	١٠،٢١	٢٠،٤٣	٣٠،٦٤	٤٠،٨٦	٦١،٢٩
٤،٥٣	١٠،٢٦	٢٠،٥٢	٣٠،٧٨	٤١،٠٤	٦١،٥٦
٤،٥٤	١٠،٣٠	٢٠،٦١	٣٠،٩٢	٤١،٢٢	٦١،٨٣
٤،٥٥	١٠،٣٥	٢٠،٧٠	٣١،٠٥	٤١،٤٠	٦٢،١١
٤،٥٦	١٠،٤٠	٢٠،٧٩	٣١،١٩	٤١،٥٩	٦٢،٣٨
٤،٥٧	١٠،٤٤	٢٠،٨٨	٣١،٣٣	٤١،٧٧	٦٢،٦٦
٤،٥٨	١٠،٤٩	٢٠،٩٨	٣١،٤٦	٤١،٩٥	٦٢،٩٣
٤،٥٩	١٠،٥٣	٢١،٠٧	٣١،٦٠	٤٢،١٤	٦٣،٢٠
٤،٦٠	١٠،٥٨	٢١،١٦	٣١،٧٤	٤٢،٣٢	٦٣،٤٨
٤،٦١	١٠،٦٣	٢١،٢٥	٣١،٨٨	٤٢،٥٠	٦٣،٧٦
٤،٦٢	١٠،٦٧	٢١،٣٤	٣٢،٠٢	٤٢،٦٩	٦٤،٠٣
٤،٦٣	١٠،٧٢	٢١،٤٤	٣٢،١٥	٤٢،٨٧	٦٤،٣١
٤،٦٤	١٠،٧٦	٢١،٥٣	٣٢،٢٩	٤٣،٠٦	٦٤،٥٩
٤،٦٥	١٠،٨١	٢١،٦٢	٣٢،٤٣	٤٣،٢٤	٦٤،٨٧
٤،٦٦	١٠،٨٦	٢١،٧١	٣٢،٥٧	٤٣،٤٣	٦٥،١٥
٤،٦٧	١٠،٩٠	٢١،٨١	٣٢،٧١	٤٣،٦٢	٦٥،٤٣
٤،٦٨	١٠،٩٥	٢١،٩٠	٣٢،٨٥	٤٣،٨٠	٦٥،٧١
٤،٦٩	١١،٠٠	٢٢،٠٠	٣٢،٩٩	٤٣،٩٩	٦٥،٩٩
٤،٧٠	١١،٠٤	٢٢،٠٩	٣٣،١٣	٤٤،١٨	٦٦،٢٧
٤،٧١	١١،٠٩	٢٢،١٨	٣٣،٢٨	٤٤،٣٧	٦٦،٥٥
٤،٧٢	١١،١٤	٢٢،٢٨	٣٣،٤٢	٤٤،٥٦	٦٦،٨٣
٤،٧٣	١١،١٩	٢٢،٣٧	٣٣،٥٦	٤٤،٧٤	٦٧،١٢
٤،٧٤	١١،٢٣	٢٢،٤٧	٣٣،٧٠	٤٤،٩٣	٦٧،٤٠
٤،٧٥	١١،٢٨	٢٢،٥٦	٣٣،٨٤	٤٥،١٢	٦٧،٦٩

جدول نمرة ٥ مسائح الميـــول الجانبيـــة

د	د$^2 \times \frac{1}{2}$	د$^2 \times 1$	د$^2 \times \frac{3}{2}$	د$^2 \times 2$	د$^2 \times 3$
٤,٧٦	١١,٣٣	٢٢,٦٦	٣٣,٩٩	٤٥,٣١	٦٧,٩٧
٤,٧٧	١١,٣٨	٢٢,٧٥	٣٤,١٣	٤٥,٥٠	٦٨,٢٦
٤,٧٨	١١,٤٢	٢٢,٨٥	٣٤,٢٧	٤٥,٧٠	٦٨,٥٤
٤,٧٩	١١,٤٧	٢٢,٩٤	٣٤,٤٢	٤٥,٨٩	٦٨,٨٣
٤,٨٠	١١,٥٢	٢٣,٠٤	٣٤,٥٦	٤٦,٠٨	٦٩,١٢
٤,٨١	١١,٥٧	٢٣,١٤	٣٤,٧٠	٤٦,٢٧	٦٩,٤١
٤,٨٢	١١,٦٢	٢٣,٢٣	٣٤,٨٥	٤٦,٤٦	٦٩,٧٠
٤,٨٣	١١,٦٦	٢٣,٣٣	٣٤,٩٩	٤٦,٦٦	٦٩,٩٠
٤,٨٤	١١,٧١	٢٣,٤٢	٣٥,١٤	٤٦,٨٥	٧٠,٢٨
٤,٨٥	١١,٧٦	٢٣,٥٢	٣٥,٢٨	٤٧,٠٤	٧٠,٥٧
٤,٨٦	١١,٨١	٢٣,٦٢	٣٥,٤٣	٤٧,٢٤	٧٠,٨٦
٤,٨٧	١١,٨٦	٢٣,٧٢	٣٥,٥٧	٤٧,٤٣	٧١,١٥
٤,٨٨	١١,٩١	٢٣,٨١	٣٥,٧٢	٤٧,٦٣	٧١,٤٤
٤,٨٩	١١,٩٦	٢٣,٩١	٣٥,٨٧	٤٧,٨٢	٧١,٧٤
٤,٩٠	١٢,٠٠	٢٤,٠١	٣٦,٠١	٤٨,٠٢	٧٢,٠٣
٤,٩١	١٢,٠٥	٢٤,١١	٣٦,١٦	٤٨,٢٢	٧٢,٣٢
٤,٩٢	١٢,١٠	٢٤,٢١	٣٦,٣١	٤٨,٤١	٧٢,٦٢
٤,٩٣	١٢,١٥	٢٤,٣٠	٣٦,٤٦	٤٨,٦١	٧٢,٩١
٤,٩٤	١٢,٢٠	٢٤,٤٠	٣٦,٦٠	٤٨,٨١	٧٣,٢١
٤,٩٥	١٢,٢٥	٢٤,٥٠	٣٦,٧٥	٤٩,٠٠	٧٣,٥١
٤,٩٦	١٢,٣٠	٢٤,٦٠	٣٦,٩٠	٤٩,٢٠	٧٣,٨٠
٤,٩٧	١٢,٣٥	٢٤,٧٠	٣٧,٠٥	٤٩,٤٠	٧٤,١٠
٤,٩٨	١٢,٤٠	٢٤,٨٠	٣٧,٢٠	٤٩,٦٠	٧٤,٤٠
٤,٩٩	١٢,٤٥	٢٤,٩٠	٣٧,٣٥	٤٩,٨٠	٧٤,٧٠
٥,٠٠	١٢,٥٠	٢٥,٠٠	٣٧,٥٠	٥٠,٠٠	٧٥,٠٠

جدول نمرة ٥ مسائل الميول الجانبية

ء	$ء^{٢} \times \frac{١}{٢}$	$ء^{٢} \times ١$	$ء^{٢} \times \frac{٣}{٢}$	$ء^{٢} \times ٢$	$ء^{٢} \times ٣$
٥,٠١	١٢,٥٥	٢٥,١٠	٣٧,٦٥	٥٠,٢٠	٧٥,٣٠
٥,٠٢	١٢,٦٠	٢٥,٢٠	٣٧,٨٠	٥٠,٤٠	٧٥,٦٠
٥,٠٣	١٢,٦٥	٢٥,٣٠	٣٧,٩٥	٥٠,٦٠	٧٥,٩٠
٥,٠٤	١٢,٧٠	٢٥,٤٠	٣٨,١٠	٥٠,٨٠	٧٦,٢٠
٥,٠٥	**١٢,٧٥**	**٢٥,٥٠**	**٣٨,٢٥**	**٥١,٠٠**	**٧٦,٥١**
٥,٠٦	١٢,٨٠	٢٥,٦٠	٣٨,٤٠	٥١,٢١	٧٦,٨١
٥,٠٧	١٢,٨٥	٢٥,٧٠	٣٨,٥٦	٥١,٤١	٧٧,١١
٥,٠٨	١٢,٩٠	٢٥,٨١	٣٨,٧١	٥١,٦١	٧٧,٤٢
٥,٠٩	١٢,٩٥	٢٥,٩١	٣٨,٨٦	٥١,٨٢	٧٧,٧٢
٥,١٠	**١٣,٠٠**	**٢٦,٠١**	**٣٩,٠١**	**٥٢,٠٢**	**٧٨,٠٣**
٥,١١	١٣,٠٦	٢٦,١١	٣٩,١٧	٥٢,٢٢	٧٨,٣٤
٥,١٢	١٣,١١	٢٦,٢١	٣٩,٣٢	٥٢,٤٣	٧٨,٦٤
٥,١٣	١٣,١٦	٢٦,٣٢	٣٩,٤٧	٥٢,٦٣	٧٨,٩٥
٥,١٤	١٣,٢١	٢٦,٤٢	٣٩,٦٣	٥٢,٨٤	٧٩,٢٦
٥,١٥	**١٣,٢٦**	**٢٦,٥٢**	**٣٩,٧٨**	**٥٣,٠٤**	**٧٩,٥٧**
٥,١٦	١٣,٣١	٢٦,٦٢	٣٩,٩٤	٢٣,٢٥	٧٩,٨٨
٥,١٧	١٣,٣٦	٢٦,٧٣	٤٠,٠٩	٥٣,٤٦	٨٠,١٩
٥,١٨	١٣,٤٢	٢٦,٨٣	٤٠,٢٥	٥٣,٦٦	٨٠,٥٠
٥,١٩	١٣,٤٧	٢٦,٩٤	٤٠,٤٠	٥٣,٨٧	٨٠,٨١
٥,٢٠	**١٣,٥٢**	**٢٧,٠٤**	**٤٠,٥٦**	**٥٤,٠٨**	**٨١,١٢**
٥,٢١	١٣,٥٧	٢٧,١٤	٤٠,٧٢	٥٤,٢٩	٨١,٤٣
٥,٢٢	١٣,٦٢	٢٧,٢٥	٤٠,٨٧	٥٤,٥٠	٨١,٧٤
٥,٢٣	١٣,٦٨	٢٧,٣٥	٤١,٠٢	٥٤,٧٠	٨٢,٠٦
٥,٢٤	١٣,٧٣	٢٧,٤٦	٤١,١٩	٥٤,٩١	٨٢,٣٧
٥,٢٥	**١٣,٧٨**	**٢٧,٥٦**	**٤١,٣٤**	**٥٥,١٢**	**٨٢,٦٩**

جدول نمرة ٥ مسائح الميـــول الجانبيـــة

د	د^{2} × $\frac{1}{2}$	د^{2} × ١	د^{2} × $\frac{3}{2}$	د^{2} × ٢	د^{2} × ٣
٥،٢٦	١٣،٨٣	٢٧،٦٧	٤١،٥٠	٥٥،٣٣	٨٣،٠٠
٥،٢٧	١٣،٨٩	٢٧،٧٧	٤١،٦٦	٥٥،٥٤	٨٣،٣٢
٥،٢٨	١٣،٩٤	٢٧،٨٨	٤١،٨٢	٥٥،٧٦	٨٣،٦٣
٥،٢٩	١٣،٩٩	٢٧،٩٨	٤١،٩٨	٥٥،٩٧	٨٣،٩٥
٥،٣٠	**١٤،٠٤**	**٢٨،٠٩**	**٤٢،١٣**	**٥٦،١٨**	**٨٤،٢٧**
٥،٣١	١٤،١٠	٢٨،٢٠	٤٢،٢٩	٥٦،٣٩	٨٤،٥٩
٥،٣٢	١٤،١٥	٢٨،٣٠	٤٢،٤٥	٥٦،٦٠	٨٤،٩١
٥،٣٣	١٤،٢٠	٢٨،٤١	٤٢،٦١	٥٦،٨٢	٨٥،٢٣
٥،٣٤	١٤،٢٦	٢٨،٥١	٤٢،٧٧	٥٧،٠٣	٨٥،٥٥
٥،٣٥	**١٤،٣١**	**٢٨،٦٢**	**٤٢،٩٣**	**٥٧،٢٤**	**٨٥،٨٧**
٥،٣٦	١٤،٣٦	٢٨،٧٣	٤٣،٠٩	٥٧،٤٦	٨٦،١٩
٥،٣٧	١٤،٤٢	٢٨،٨٤	٤٣،٢٥	٥٧،٦٧	٨٦،٥١
٥،٣٨	١٤،٤٧	٢٨،٩٤	٤٣،٤٢	٥٧،٨٩	٨٦،٨٣
٥،٣٩	١٤،٥٣	٢٩،٠٥	٤٣،٥٨	٥٨،١٠	٨٧،١٦
٥،٤٠	**١٤،٥٨**	**٢٩،١٦**	**٤٣،٧٤**	**٥٨،٣٢**	**٨٧،٤٨**
٥،٤١	١٤،٦٣	٢٩،٢٧	٤٣،٩٠	٥٨،٥٤	٨٧،٨٠
٥،٤٢	١٤،٦٩	٢٩،٣٨	٤٤،٠٦	٥٨،٧٥	٨٨،١٣
٥،٤٣	١٤،٧٤	٢٩،٤٨	٤٤،٢٣	٥٨،٩٧	٨٨،٤٥
٥،٤٤	١٤،٨٠	٢٩،٥٩	٤٤،٣٩	٥٩،١٩	٨٨،٧٨
٥،٤٥	**١٤،٨٥**	**٢٩،٧٠**	**٤٤،٥٥**	**٥٩،٤٠**	**٨٩،١١**
٥،٤٦	١٤،٩٠	٢٩،٨١	٤٤،٧٢	٥٩،٦٢	٨٩،٤٣
٥،٤٧	١٤،٩٦	٢٩،٩٢	٤٤،٨٨	٥٩،٨٤	٨٩،٧٦
٥،٤٨	١٥،٠١	٣٠،٠٣	٤٥،٠٤	٦٠،٠٦	٩٠،٠٩
٥،٤٩	١٥،٠٧	٣٠،١٤	٤٥،٢١	٦٠،٢٨	٩٠،٤٢
٥،٥٠	**١٥،١٢**	**٣٠،٢٥**	**٤٥،٣٧**	**٦٠،٥٠**	**٩٠،٧٥**

جدول نمرة ٥ مسائح الميــول الجانبيــة

ى	ى^{2} × $\frac{1}{2}$	ى^{2} × ١	ى^{2} × $\frac{3}{2}$	ى^{2} × ٢	ى^{2} × ٣
٥,٥١	١٥,١٨	٣٠,٣٦	٤٥,٥٤	٦٠,٧٢	٩١,٠٨
٥,٥٢	١٥,٢٣	٣٠,٤٧	٤٥,٧٠	٦٠,٩٤	٩١,٤١
٥,٥٣	١٥,٢٩	٣٠,٥٨	٤٥,٨٧	٦١,١٦	٩١,٧٤
٥,٥٤	١٥,٣٤	٣٠,٦٩	٤٦,٠٤	٦١,٣٨	٩٢,٠٧
٥,٥٥	١٥,٤٠	٣٠,٨٠	٤٦,٢٠	٦١,٦٠	٩٢,٤١
٥,٥٦	١٥,٤٦	٣٠,٩١	٤٦,٣٧	٦١,٨٣	٩٢,٧٤
٥,٥٧	١٥,٥١	٣١,٠٢	٤٦,٥٤	٦٢,٠٥	٩٣,٠٧
٥,٥٨	١٥,٥٧	٣١,١٤	٤٦,٧٠	٦٢,٢٧	٩٣,٤١
٥,٥٩	١٥,٦٢	٣١,٢٥	٤٦,٨٧	٦٢,٥٠	٩٣,٧٤
٥,٦٠	١٥,٦٨	٣١,٣٦	٤٧,٠٤	٦٢,٧٢	٩٤,٠٨
٥,٦١	١٥,٧٤	٣١,٤٧	٤٧,٢١	٦٢,٩٤	٩٤,٤٢
٥,٦٢	١٥,٧٩	٣١,٥٨	٤٧,٣٨	٦٣,١٧	٩٤,٧٥
٥,٦٣	١٥,٨٥	٣١,٧٠	٤٧,٥٤	٦٣,٣٩	٩٥,٠٩
٥,٦٤	١٥,٩٠	٣١,٨١	٤٧,٧١	٦٣,٦٢	٩٥,٤٣
٥,٦٥	١٥,٩٦	٣١,٩٢	٤٧,٨٨	٦٣,٨٤	٩٥,٧٧
٥,٦٦	١٦,٠٢	٣٢,٠٣	٤٨,٠٥	٦٤,٠٧	٩٦,١١
٥,٦٧	١٦,٠٧	٣٢,١٥	٤٨,٢٢	٦٤,٣٠	٩٦,٤٥
٥,٦٨	١٦,١٣	٣٢,٢٦	٤٨,٣٩	٦٤,٥٢	٩٦,٧٩
٥,٦٩	١٦,١٩	٣٢,٣٨	٤٨,٥٦	٦٤,٧٥	٩٧,١٣
٥,٧٠	١٦,٢٤	٣٢,٤٩	٤٨,٧٣	٦٤,٩٨	٩٧,٤٧
٥,٧١	١٦,٣٠	٣٢,٦٠	٤٨,٩١	٦٥,٢١	٩٧,٨١
٥,٧٢	١٦,٣٦	٣٢,٧٢	٤٩,٠٨	٦٥,٤٤	٩٨,١٥
٥,٧٣	١٦,٤٢	٣٢,٨٣	٤٩,٢٥	٦٥,٦٦	٩٨,٥٠
٥,٧٤	١٦,٤٧	٣٢,٩٥	٤٩,٤٢	٦٥,٨٩	٩٨,٨٤
٥,٧٥	١٦,٥٣	٣٣,٠٦	٤٩,٥٩	٦٦,١٢	٩٩,١٩

جدول نمرة ٥ مسائح الميـــول الجانبيـــة

د	$د^2 \times \frac{1}{2}$	$د^2 \times 1$	$د^2 \times \frac{3}{2}$	$د^2 \times 2$	$د^2 \times 3$
٥,٧٦	١٦,٥٩	٣٣,١٨	٤٩,٧٧	٦٦,٣٥	٩٩,٥٣
٥,٧٧	١٦,٦٥	٣٣,٢٩	٤٩,٩٤	٦٦,٥٩	٩٩,٨٨
٥,٧٨	١٦,٧٠	٣٣,٤١	٥٠,١١	٦٦,٨٢	١٠٠,٢٢
٥,٧٩	١٦,٧٦	٣٣,٥٢	٥٠,٢٩	٦٧,٠٥	١٠٠,٥٧
٥,٨٠	**١٦,٨٢**	**٣٣,٦٤**	**٥٠,٤٦**	**٦٧,٢٨**	**١٠٠,٩٢**
٥,٨١	١٦,٨٨	٣٣,٧٦	٥٠,٦٣	٦٧,٥١	١٠١,٢٧
٥,٨٢	١٦,٩٤	٣٣,٨٧	٥٠,٨١	٦٧,٧٤	١٠١,٦٢
٥,٨٣	١٦,٩٩	٣٣,٩٩	٥٠,٩٨	٦٧,٩٨	١٠١,٩٧
٥,٨٤	١٧,٠٥	٣٤,١٠	٥١,١٦	٦٨,٢١	١٠٢,٣٢
٥,٨٥	**١٧,١١**	**٣٤,٢٢**	**٥١,٣٣**	**٦٨,٤٤**	**١٠٢,٦٧**
٥,٨٦	١٧,١٧	٣٤,٣٤	٥١,٥١	٦٨,٦٨	١٠٣,٠٢
٥,٨٧	١٧,٢٣	٣٤,٤٦	٥١,٦٨	٦٨,٩١	١٠٣,٣٧
٥,٨٨	١٧,٢٩	٣٤,٥٧	٥١,٨٦	٦٩,١٥	١٠٣,٧٢
٥,٨٩	١٧,٣٥	٣٤,٦٩	٥٢,٠٤	٦٩,٣٨	١٠٤,٠٨
٥,٩٠	**١٧,٤٠**	**٣٤,٨١**	**٥٢,٢١**	**٦٩,٦٢**	**١٠٤,٤٣**
٥,٩١	١٧,٤٦	٣٤,٩٢	٥٢,٣٩	٦٩,٨٦	١٠٤,٧٨
٥,٩٢	١٧,٥٢	٣٥,٠٥	٥٢,٥٧	٧٠,٠٩	١٠٥,١٤
٥,٩٣	١٧,٥٨	٣٥,١٦	٥٢,٧٥	٧٠,٣٣	١٠٥,٤٩
٥,٩٤	١٧,٦٤	٣٥,٢٨	٥٢,٩٢	٧٠,٥٧	١٠٥,٨٥
٥,٩٥	**١٧,٧٠**	**٣٥,٤٠**	**٥٣,١٠**	**٧٠,٨٠**	**١٠٦,٢١**
٥,٩٦	١٧,٧٦	٣٥,٥٢	٥٣,٢٨	٧١,٠٤	١٠٦,٥٦
٥,٩٧	١٧,٨٢	٣٥,٦٤	٥٣,٤٦	٧١,٢٨	١٠٦,٩٢
٥,٩٨	١٧,٨٨	٣٥,٧٦	٥٣,٦٤	٧١,٥٢	١٠٧,٢٨
٥,٩٩	١٧,٩٤	٣٥,٨٨	٥٣,٨٢	٧١,٧٦	١٠٧,٦٤
٦,٠٠	**١٨,٠٠**	**٣٦,٠٠**	**٥٤,٠٠**	**٧٢,٠٠**	**١٠٨,٠٠**

جدول نمرة ٥ مسائح الميــول الجانبيــة

د	$د^2 \times \frac{1}{2}$	$د^2 \times 1$	$د^2 \times \frac{3}{2}$	$د^2 \times 2$	$د^2 \times 3$
٦,٠١	١٨,٠٦	٣٦,١٢	٥٤,١٨	٧٢,٢٤	١٠٨,٣٦
٦,٠٢	١٨,١٢	٣٦,٢٤	٥٤,٣٦	٧٢,٤٨	١٠٨,٧٢
٦,٠٣	١٨,١٨	٣٦,٣٦	٥٤,٥٤	٧٢,٧٢	١٠٩,٠٨
٦,٠٤	١٨,٢٤	٣٦,٤٨	٥٤,٧٢	٧٢,٩٦	١٠٩,٤٤
٦,٠٥	**١٨,٣٠**	**٣٦,٦٠**	**٥٤,٩٠**	**٧٣,٢٠**	**١٠٩,٨١**
٦,٠٦	١٨,٣٦	٣٦,٧٢	٥٥,٠٨	٧٣,٤٥	١١٠,١٧
٦,٠٧	١٨,٤٢	٣٦,٨٤	٥٥,٢٧	٧٣,٦٩	١١٠,٥٣
٦,٠٨	١٨,٤٨	٣٦,٩٧	٥٥,٤٥	٧٣,٩٣	١١٠,٩٠
٦,٠٩	١٨,٥٤	٣٧,٠٩	٥٥,٦٣	٧٤,١٨	١١١,٢٦
٦,١٠	**١٨,٦٠**	**٣٧,٢١**	**٥٥,٨١**	**٧٤,٤٢**	**١١١,٦٣**
٦,١١	١٨,٦٧	٣٧,٣٣	٥٦,٠٠	٧٤,٦٦	١١٢,٠٠
٦,١٢	١٨,٧٣	٣٧,٤٥	٥٦,١٨	٧٤,٩١	١١٢,٣٦
٦,١٣	١٨,٧٩	٣٧,٥٨	٥٦,٣٦	٧٥,١٥	١١٢,٧٣
٦,١٤	١٨,٨٥	٣٧,٧٠	٥٦,٥٥	٧٥,٤٠	١١٣,١٠
٦,١٥	**١٨,٩١**	**٣٧,٨٢**	**٥٦,٧٣**	**٧٥,٦٤**	**١١٣,٤٧**
٦,١٦	١٨,٩٧	٣٧,٩٤	٥٦,٩٢	٧٥,٨٩	١١٣,٨٤
٦,١٧	١٩,٠٣	٣٨,٠٧	٥٧,١٠	٧٦,١٤	١١٤,٢١
٦,١٨	١٩,١٠	٣٨,١٩	٥٧,٢٩	٧٦,٣٨	١١٤,٥٨
٦,١٩	١٩,١٦	٣٨,٣٢	٥٧,٤٧	٧٦,٦٣	١١٤,٩٥
٦,٢٠	**١٩,٢٢**	**٣٨,٤٤**	**٥٧,٦٦**	**٧٦,٨٨**	**١١٥,٣٢**
٦,٢١	١٩,٢٨	٣٨,٥٦	٥٧,٨٥	٧٧,١٣	١١٥,٦٩
٦,٢٢	١٩,٣٤	٣٨,٦٩	٥٨,٠٣	٧٧,٣٨	١١٦,٠٦
٦,٢٣	١٩,٤١	٣٨,٨١	٥٨,٢٢	٧٧,٦٢	١١٦,٤٤
٦,٢٤	١٩,٤٧	٣٨,٩٤	٥٨,٤١	٧٧,٨٧	١١٦,٨١
٦,٢٥	**١٩,٥٣**	**٣٩,٠٦**	**٥٨,٥٩**	**٧٨,١٢**	**١١٧,١٩**

جدول نمرة ٥ مسائح الميول الجانبية

د	$\text{د}^{٢} \times \frac{١}{٢}$	$\text{د}^{٢} \times ١$	$\text{د}^{٢} \times \frac{٣}{٢}$	$\text{د}^{٢} \times ٢$	$\text{د}^{٢} \times ٣$
٦,٢٦	١٩,٥٩	٣٩,١٩	٥٨,٧٨	٧٨,٣٧	١١٧,٥٦
٦,٢٧	١٩,٦٦	٣٩,٣١	٥٨,٩٧	٧٨,٦٢	١١٧,٩٤
٦,٢٨	١٩,٧٢	٣٩,٤٤	٥٩,١٦	٧٨,٨٨	١١٨,٣١
٦,٢٩	١٩,٧٨	٣٩,٥٦	٥٩,٣٥	٧٩,١٣	١١٨,٦٩
٦,٣٠	**١٩,٨٤**	**٣٩,٦٩**	**٥٩,٥٣**	**٧٩,٣٨**	**١١٩,٠٧**
٦,٣١	١٩,٩١	٣٩,٨٢	٥٩,٧٢	٧٩,٦٣	١١٩,٤٥
٦,٣٢	١٩,٩٧	٣٩,٩٤	٥٩,٩١	٧٩,٨٨	١١٩,٨٣
٦,٣٣	٢٠,٠٣	٤٠,٠٧	٦٠,١٠	٨٠,١٤	١٢٠,٢١
٦,٣٤	٢٠,١٠	٤٠,١٩	٦٠,٢٩	٨٠,٣٩	١٢٠,٥٩
٦,٣٥	**٢٠,١٦**	**٤٠,٣٢**	**٦٠,٤٨**	**٨٠,٦٤**	**١٢٠,٩٧**
٦,٣٦	٢٠,٢٢	٤٠,٤٥	٦٠,٦٧	٨٠,٩٠	١٢١,٣٥
٦,٣٧	٢٠,٢٩	٤٠,٥٨	٦٠,٨٦	٨١,١٥	١٢١,٧٣
٦,٣٨	٢٠,٣٥	٤٠,٧٠	٦١,٠٦	٨١,٤١	١٢٢,١١
٦,٣٩	٢٠,٤٢	٤٠,٨٣	٦١,٢٥	٨١,٦٦	١٢٢,٥٠
٦,٤٠	**٢٠,٤٨**	**٤٠,٩٦**	**٦١,٤٤**	**٨١,٩٢**	**١٢٢,٨٨**
٦,٤١	٢٠,٥٤	٤١,٠٩	٦١,٦٣	٨٢,١٨	١٢٣,٢٦
٦,٤٢	٢٠,٦١	٤١,٢٢	٦١,٨٢	٨٢,٤٣	١٢٣,٦٥
٦,٤٣	٢٠,٦٧	٤١,٣٤	٦٢,٠٢	٨٢,٦٩	١٢٤,٠٣
٦,٤٤	٢٠,٧٤	٤١,٤٧	٦٢,٢١	٨٢,٩٥	١٢٤,٤٢
٦,٤٥	**٢٠,٨٠**	**٤١,٦٠**	**٦٢,٤٠**	**٨٣,٢٠**	**١٢٤,٨١**
٦,٤٦	٢٠,٨٦	٤١,٧٣	٦٢,٦٠	٨٣,٤٦	١٢٥,١٩
٦,٤٧	٢٠,٩٣	٤١,٨٦	٦٢,٧٩	٨٣,٧٢	١٢٥,٥٨
٦,٤٨	٢٠,٩٩	٤١,٩٩	٦٢,٩٨	٨٣,٩٨	١٢٥,٩٧
٦,٤٩	٢١,٠٦	٤٢,١٢	٦٣,١٨	٨٤,٢٤	١٢٦,٣٦
٦,٥٠	**٢١,١٢**	**٤٢,٢٥**	**٦٣,٣٨**	**٨٤,٥٠**	**١٢٦,٧٥**

جدول نمرة ٥ مسائح الميول الجانبية

ء	ء^{٢} × $\frac{١}{٢}$	ء^{٢} × ١	ء^{٢} × $\frac{٣}{٢}$	ء^{٢} × ٢	ء^{٢} × ٣
٦,٥١	٢١,١٩	٤٢,٣٨	٦٣,٥٧	٨٤,٧٦	١٢٧,١٤
٦,٥٢	٢١,٢٥	٤٢,٥١	٦٣,٧٦	٨٥,٠٢	١٢٧,٥٣
٦,٥٣	٢١,٣٢	٤٢,٦٤	٦٣,٩٦	٨٥,٢٨	١٢٧,٩٢
٦,٥٤	٢١,٣٨	٤٢,٧٧	٦٤,١٦	٨٥,٥٤	١٢٨,٣١
٦,٥٥	٢١,٤٥	٤٢,٩٠	٦٤,٣٥	٨٥,٨٠	١٢٨,٧١
٦,٥٦	٢١,٥٢	٤٣,٠٣	٦٤,٥٥	٨٦,٠٧	١٢٩,١٠
٦,٥٧	٢١,٥٨	٤٣,١٦	٦٤,٧٥	٨٦,٣٣	١٢٩,٤٩
٦,٥٨	٢١,٦٥	٤٣,٣٠	٦٤,٩٤	٨٦,٥٩	١٢٩,٨٩
٦,٥٩	٢١,٧١	٤٣,٤٣	٦٥,١٤	٨٦,٨٦	١٣٠,٢٨
٦,٦٠	٢١,٧٨	٤٣,٥٦	٦٥,٣٤	٨٧,١٢	١٣٠,٦٨
٦,٦١	٢١,٨٥	٤٣,٦٩	٦٥,٥٤	٨٧,٣٨	١٣١,٠٨
٦,٦٢	٢١,٩١	٤٣,٨٢	٦٥,٧٤	٨٧,٦٥	١٣١,٤٧
٦,٦٣	٢١,٩٨	٤٣,٩٦	٦٥,٩٣	٨٧,٩١	١٣١,٨٧
٦,٦٤	٢٢,٠٤	٤٤,٠٩	٦٦,١٣	٨٨,١٨	١٣٢,٢٧
٦,٦٥	٢٢,١١	٤٤,٢٢	٦٦,٣٣	٨٨,٤٤	١٣٢,٦٧
٦,٦٦	٢٢,١٨	٤٤,٣٥	٦٦,٥٣	٨٨,٧١	١٣٣,٠٧
٦,٦٧	٢٢,٢٤	٤٤,٤٩	٦٦,٧٣	٨٨,٩٨	١٣٣,٤٧
٦,٦٨	٢٢,٣١	٤٤,٦٢	٦٦,٩٣	٨٩,٢٤	١٣٣,٨٧
٦,٦٩	٢٢,٣٨	٤٤,٧٦	٦٧,١٣	٨٩,٥١	١٣٤,٢٧
٦,٧٠	٢٢,٤٤	٤٤,٨٩	٦٧,٣٣	٨٩,٧٨	١٣٤,٦٧
٦,٧١	٢٢,٥١	٤٥,٠٢	٦٧,٥٤	٩٠,٠٥	١٣٥,٠٧
٦,٧٢	٢٢,٥٨	٤٥,١٦	٦٧,٧٤	٩٠,٣٢	١٣٥,٤٧
٦,٧٣	٢٢,٦٥	٤٥,٢٩	٦٧,٩٤	٩٠,٥٨	١٣٥,٨٨
٦,٧٤	٢٢,٧١	٤٥,٤٣	٦٨,١٤	٩٠,٨٥	١٣٦,٢٨
٦,٧٥	٢٢,٧٨	٤٥,٥٦	٦٨,٣٤	٩١,١٢	١٣٦,٦٩

جدول نمرة ٥ مسائح الميول الجانبية

ء	ء^{٢} × $\frac{١}{٢}$	ء^{٢} × ١	ء^{٢} × $\frac{٣}{٢}$	ء^{٢} × ٢	ء^{٢} × ٣
٦,٧٦	٢٢,٨٥	٤٥,٧٠	٦٨,٥٥	٩١,٣٩	١٣٧,٠٩
٦,٧٧	٢٢,٩٢	٤٥,٨٣	٦٨,٧٥	٩١,٦٦	١٣٧,٥٠
٦,٧٨	٢٢,٩٨	٤٥,٩٧	٦٨,٩٥	٩١,٩٤	١٣٧,٩٠
٦,٧٩	٢٣,٠٥	٤٦,١٠	٦٩,١٦	٩٢,٢١	١٣٨,٣١
٦,٨٠	**٢٣,١٢**	**٤٦,٢٤**	**٦٩,٣٦**	**٩٢,٤٨**	**١٣٨,٧٢**
٦,٨١	٢٣,١٩	٤٦,٣٨	٦٩,٥٦	٩٢,٧٥	١٣٩,١٣
٦,٨٢	٢٣,٢٦	٤٦,٥١	٦٩,٧٧	٩٣,٠٢	١٣٩,٥٤
٦,٨٣	٢٣,٣٢	٤٦,٦٥	٦٩,٩٧	٩٣,٣٠	١٣٩,٩٥
٦,٨٤	٢٣,٣٩	٤٦,٧٨	٧٠,١٨	٩٣,٥٧	١٤٠,٣٦
٦,٨٥	**٢٣,٤٦**	**٤٦,٩٢**	**٧٠,٣٨**	**٩٣,٨٤**	**١٤٠,٧٧**
٦,٨٦	٢٣,٥٣	٤٧,٠٦	٧٠,٥٩	٩٤,١٢	١٤١,١٨
٦,٨٧	٢٣,٦٠	٤٧,٢٠	٧٠,٧٩	٩٤,٣٩	١٤١,٥٩
٦,٨٨	٢٣,٦٧	٤٧,٣٣	٧١,٠٠	٩٤,٦٧	١٤٢,٠٠
٦,٨٩	٢٣,٧٤	٤٧,٤٧	٧١,٢١	٩٤,٩٤	١٤٢,٤٢
٦,٩٠	**٢٣,٨٠**	**٤٧,٦١**	**٧١,٤١**	**٩٥,٢٢**	**١٤٢,٨٣**
٦,٩١	٢٣,٨٧	٤٧,٧٥	٧١,٦٢	٩٥,٥٠	١٤٣,٢٤
٦,٩٢	٢٣,٩٤	٤٧,٨٩	٧١,٨٣	٩٥,٧٧	١٤٣,٦٦
٦,٩٣	٢٤,٠١	٤٨,٠٢	٧٢,٠٤	٩٦,٠٥	١٤٤,٠٧
٦,٩٤	٢٤,٠٨	٤٨,١٦	٧٢,٢٤	٩٦,٣٣	١٤٤,٤٩
٦,٩٥	**٢٤,١٥**	**٤٨,٣٠**	**٧٢,٤٥**	**٩٦,٦٠**	**١٤٤,٩١**
٦,٩٦	٢٤,٢٢	٤٨,٤٤	٧٢,٦٦	٩٦,٨٨	١٤٥,٣٢
٦,٩٧	٢٤,٢٩	٤٨,٥٨	٧٢,٨٧	٩٧,١٦	١٤٥,٧٤
٦,٩٨	٢٤,٣٦	٤٨,٧٢	٧٣,٠٨	٩٧,٤٤	١٤٦,١٦
٦,٩٩	٢٤,٤٣	٤٨,٨٦	٧٣,٢٩	٩٧,٧٢	١٤٦,٥٨
٧,٠٠	**٢٤,٥٠**	**٤٩,٠٠**	**٧٣,٥٠**	**٩٨,٠٠**	**١٤٧,٠٠**

جدول نمرة ٥ مسائح الميول الجانبية

ء	$ء^{٢} \times \frac{١}{٢}$	$ء^{٢} \times ١$	$ء^{٢} \times \frac{٣}{٢}$	$ء^{٢} \times ٢$	$ء^{٢} \times ٣$
٧,٠١	٢٤,٥٧	٤٩,١٤	٧٣,٧١	٩٨,٢٨	١٤٧,٤٢
٧,٠٢	٢٤,٦٤	٤٩,٢٨	٧٣,٩٢	٩٨,٥٦	١٤٧,٨٤
٧,٠٣	٢٤,٧١	٤٩,٤٢	٧٤,١٣	٩٨,٨٤	١٤٨,٢٦
٧,٠٤	٢٤,٧٨	٤٩,٥٦	٧٤,٣٤	٩٩,١٢	١٤٨,٦٨
٧,٠٥	**٢٤,٨٥**	**٤٩,٧٠**	**٧٤,٥٥**	**٩٩,٤٠**	**١٤٩,١١**
٧,٠٦	٢٤,٩٢	٤٩,٨٤	٧٤,٧٦	٩٩,٦٩	١٤٩,٥٣
٧,٠٧	٢٤,٩٩	٤٩,٩٨	٧٤,٩٨	٩٩,٩٧	١٤٩,٩٥
٧,٠٨	٢٥,٠٦	٥٠,١٣	٧٥,١٩	١٠٠,٢٥	١٥٠,٣٨
٧,٠٩	٢٥,١٣	٥٠,٢٧	٧٥,٤٠	١٠٠,٥٣	١٥٠,٨٠
٧,١٠	**٢٥,٢٠**	**٥٠,٤١**	**٧٥,٦١**	**١٠٠,٨٢**	**١٥١,٢٣**
٧,١١	٢٥,٢٨	٥٠,٥٥	٧٥,٨٣	١٠١,١٠	١٥١,٦٦
٧,١٢	٢٥,٣٥	٥٠,٦٩	٧٦,٠٤	١٠١,٣٩	١٥٢,٠٨
٧,١٣	٢٥,٤٢	٥٠,٨٤	٧٦,٢٥	١٠١,٦٧	١٥٢,٥١
٧,١٤	٢٥,٤٩	٥٠,٩٨	٧٦,٤٧	١٠١,٩٦	١٥٢,٩٤
٧,١٥	**٢٥,٥٦**	**٥١,١٢**	**٧٦,٦٨**	**١٠٢,٢٤**	**١٥٣,٣٧**
٧,١٦	٢٥,٦٣	٥١,٢٦	٧٦,٩٠	١٠٢,٥٣	١٥٣,٨٠
٧,١٧	٢٥,٧٠	٥١,٤١	٧٧,١١	١٠٢,٨٢	١٥٤,٢٣
٧,١٨	٢٥,٧٨	٥١,٥٥	٧٧,٣٣	١٠٣,١٠	١٥٤,٦٦
٧,١٩	٢٥,٨٥	٥١,٧٠	٧٧,٥٤	١٠٣,٣٩	١٥٥,٠٩
٧,٢٠	**٢٥,٩٢**	**٥١,٨٤**	**٧٧,٧٦**	**١٠٣,٦٨**	**١٥٥,٥٢**
٧,٢١	٢٥,٩٩	٥١,٩٨	٧٧,٩٨	١٠٣,٩٧	١٥٥,٩٥
٧,٢٢	٢٦,٠٦	٥٢,١٣	٧٨,١٩	١٠٤,٢٦	١٥٦,٣٨
٧,٢٣	٢٦,١٤	٥٢,٢٧	٧٨,٤١	١٠٤,٥٤	١٥٦,٨٢
٧,٢٤	٢٦,٢١	٥٢,٤٢	٧٨,٦٣	١٠٤,٨٣	١٥٧,٢٥
٧,٢٥	**٢٦,٢٨**	**٥٢,٥٦**	**٧٨,٨٤**	**١٠٥,١٢**	**١٥٧,٦٩**

جدول نمرة ٥ مسائح الميـــول الجانبيـــة

د	د² × ½	د² × ١	د² × ٣/٢	د² × ٢	د² × ٣
٧,٢٦	٢٦,٣٥	٥٢,٧١	٧٩,٠٦	١٠٥,٤١	١٥٨,١٢
٧,٢٧	٢٦,٤٣	٥٢,٨٥	٧٩,٢٨	١٠٥,٧٠	١٥٨,٥٦
٧,٢٨	٢٦,٥٠	٥٣,٠٠	٧٩,٥٠	١٠٦,٠٠	١٥٨,٩٩
٧,٢٩	٢٦,٥٧	٥٣,١٤	٧٩,٧٢	١٠٦,٢٩	١٥٩,٤٣
٧,٣٠	**٢٦,٦٤**	**٥٣,٢٩**	**٧٩,٩٣**	**١٠٦,٥٨**	**١٥٩,٨٧**
٧,٣١	٢٦,٧٢	٥٣,٤٤	٨٠,١٥	١٠٦,٨٧	١٦٠,٣١
٧,٣٢	٢٦,٧٩	٥٣,٥٨	٨٠,٣٧	١٠٧,١٦	١٦٠,٧٥
٧,٣٣	٢٦,٨٦	٥٣,٧٣	٨٠,٥٩	١٠٧,٤٦	١٦١,١٩
٧,٣٤	٢٦,٩٤	٥٣,٨٧	٨٠,٨١	١٠٧,٧٥	١٦١,٦٣
٧,٣٥	**٢٧,٠١**	**٥٤,٠٢**	**٨١,٠٣**	**١٠٨,٠٤**	**١٦٢,٠٧**
٧,٣٦	٢٧,٠٨	٥٤,١٧	٨١,٢٥	٨,٣٤	١٦٢,٥١
٧,٣٧	٢٧,١٦	٥٤,٣٢	٨١,٤٧	١٠٨,٦٣	١٦٢,٩٥
٧,٣٨	٢٧,٢٣	٥٤,٤٦	٨١,٧٠	١٠٨,٩٣	١٦٣,٣٩
٧,٣٩	٢٧,٣١	٥٤,٦١	٨١,٩٢	١٠٩,٢٢	١٦٣,٨٤
٧,٤٠	**٢٧,٣٨**	**٥٤,٧٦**	**٨٢,١٤**	**١٠٩,٥٢**	**١٦٤,٢٨**
٧,٤١	٢٧,٤٥	٥٤,٩١	٨٢,٣٦	١٠٩,٨٢	١٦٤,٧٢
٧,٤٢	٢٧,٥٣	٥٥,٠٦	٨٢,٥٨	١١٠,١١	١٦٥,١٧
٧,٤٣	٢٧,٦٠	٥٥,٢٠	٨٢,٨١	١١٠,٤١	١٦٥,٦١
٧,٤٤	٢٧,٦٨	٥٥,٣٥	٨٣,٠٣	١١٠,٧١	١٦٦,٠٦
٧,٤٥	**٢٧,٧٥**	**٥٥,٥٠**	**٨٣,٢٥**	**١١١,٠٠**	**١٦٦,٥١**
٧,٤٦	٢٧,٨٢	٥٥,٦٥	٨٣,٤٨	١١١,٣٠	١٦٦,٩٥
٧,٤٧	٢٧,٩٠	٥٥,٨٠	٨٣,٧٠	١١١,٦٠	١٦٧,٤٠
٧,٤٨	٢٧,٩٧	٥٥,٩٥	٨٣,٩٢	١١١,٩٠	١٦٧,٨٥
٧,٤٩	٢٨,٠٥	٥٦,١٠	٨٤,١٥	١١٢,٢٠	١٦٨,٣٠
٧,٥٠	**٢٨,١٢**	**٥٦,٢٥**	**٨٤,٣٧**	**١١٢,٥٠**	**١٦٨,٧٥**

جدول نمرة ٥ مسائح الميول الجانبية

د	$د^2 \times \frac{1}{2}$	$د^2 \times 1$	$د^2 \times \frac{3}{2}$	$د^2 \times 2$	$د^2 \times 3$
٧,٥١	٢٨,٢٠	٥٦,٤٠	٨٤,٦٠	١١٢,٨٠	١٦٩,٢٠
٧,٥٢	٢٨,٢٧	٥٦,٥٥	٨٤,٨٢	١١٣,١٠	١٦٩,٦٥
٧,٥٣	٢٨,٣٥	٥٦,٧٠	٨٥,٠٥	١١٣,٤٠	١٧٠,١٠
٧,٥٤	٢٨,٤٢	٥٦,٨٥	٨٥,٢٨	١١٣,٧٠	١٧٠,٥٥
٧,٥٥	٢٨,٥٠	٥٧,٠٠	٨٥,٥٠	١١٤,٠٠	١٧١,٠٠
٧,٥٦	٢٨,٥٨	٥٧,١٥	٨٥,٧٣	١١٤,٣١	١٧١,٤٦
٧,٥٧	٢٨,٦٥	٥٧,٣٠	٨٥,٩٦	١١٤,٦١	١٧١,٩١
٧,٥٨	٢٨,٧٣	٥٧,٤٦	٨٦,١٨	١١٤,٩١	١٧٢,٣٧
٧,٥٩	٢٨,٨٠	٥٧,٦١	٨٦,٤١	١١٥,٢٢	١٧٢,٨٢
٧,٦٠	٢٨,٨٨	٥٧,٧٦	٨٦,٦٤	١١٥,٥٢	١٧٣,٢٨
٧,٦١	٢٨,٩٦	٥٧,٩١	٨٦,٨٧	١١٥,٨٢	١٧٣,٧٤
٧,٦٢	٢٩,٠٣	٥٨,٠٦	٨٧,١٠	١١٦,١٣	١٧٤,١٩
٧,٦٣	٢٩,١١	٥٨,٢٢	٨٧,٣٢	١١٦,٤٣	١٧٤,٦٥
٧,٦٤	٢٩,١٨	٥٨,٣٧	٨٧,٥٥	١١٦,٧٤	١٧٥,١١
٧,٦٥	٢٩,٢٦	٥٨,٥٢	٨٧,٧٨	١١٧,٠٤	١٧٥,٥٧
٧,٦٦	٢٩,٣٤	٥٨,٦٧	٨٨,٠١	١١٧,٣٥	١٧٦,٠٣
٧,٦٧	٢٩,٤١	٥٨,٨٣	٨٨,٢٤	١١٧,٦٦	١٧٦,٤٩
٧,٦٨	٢٩,٤٩	٥٨,٩٨	٨٨,٤٧	١١٧,٩٦	١٧٦,٩٥
٧,٦٩	٢٩,٥٧	٥٩,١٤	٨٨,٧٠	١١٨,٢٧	١٧٧,٤١
٧,٧٠	٢٩,٦٤	٥٩,٢٩	٨٨,٩٣	١١٨,٥٨	١٧٧,٨٧
٧,٧١	٢٩,٧٢	٥٩,٤٤	٨٩,١٧	١١٨,٨٩	١٧٨,٣٣
٧,٧٢	٢٩,٨٠	٥٩,٦٠	٨٩,٤٠	١١٩,٢٠	١٧٨,٧٩
٧,٧٣	٢٩,٨٨	٥٩,٧٥	٨٩,٦٣	١١٩,٥٠	١٧٩,٢٦
٧,٧٤	٢٩,٩٥	٥٩,٩١	٨٩,٨٦	١١٩,٨١	١٧٩,٧٢
٧,٧٥	٣٠,٠٣	٦٠,٠٦	٩٠,٠٩	١٢٠,١٢	١٨٠,١٩

جدول نمرة ٥ مسائح الميـــول الجانبيـــة

ء	ء² × ½	ء² × ١	ء² × ٣/٢	ء² × ٢	ء² × ٣
٧،٧٦	٣٠،١١	٦٠،٢٢	٩٠،٣٣	١٢٠،٤٣	١٨٠،٦٥
٧،٧٧	٣٠،١٩	٦٠،٣٧	٩٠،٥٦	١٢٠،٧٤	١٨١،١٢
٧،٧٨	٣٠،٢٦	٦٠،٥٣	٩٠،٧٩	١٢١،٠٦	١٨١،٥٨
٧،٧٩	٣٠،٣٤	٦٠،٦٨	٩١،٠٣	١٢١،٣٧	١٨٢،٠٥
٧،٨٠	٣٠،٤٢	٦٠،٨٤	٩١،٢٦	١٢١،٦٨	١٨٢،٥٢
٧،٨١	٣٠،٥٠	٦١،٠٠	٩١،٤٩	١٢٢،٠٠	١٨٢،٩٩
٧،٨٢	٣٠،٥٨	٦١،١٥	٩١،٧٣	١٢٢،٣٠	١٨٣،٤٦
٧،٨٣	٣٠،٦٥	٦١،٣١	٩١،٩٦	١٢٢،٦٢	١٨٣،٩٣
٧،٨٤	٣٠،٧٣	٦١،٤٦	٩٢،٢٠	١٢٢،٩٣	١٨٤،٤٠
٧،٨٥	٣٠،٨١	٦١،٦٢	٩٢،٤٣	١٢٣،٢٤	١٨٤،٨٧
٧،٨٦	٣٠،٨٩	٦١،٧٨	٩٢،٦٧	١٢٣،٥٦	١٨٥،٣٤
٧،٨٧	٣٠،٩٧	٦١،٩٤	٩٢،٩٠	١٢٣،٨٧	١٨٥،٨١
٧،٨٨	٣١،٠٥	٦٢،٠٩	٩٣،١٤	١٢٤،١٩	١٨٦،٢٨
٧،٨٩	٣١،١٣	٦٢،٢٥	٩٣،٣٨	١٢٤،٥٠	١٨٦،٧٦
٧،٩٠	٣١،٢٠	٦٢،٤١	٩٣،٦١	١٢٤،٨٢	١٨٧،٢٣
٧،٩١	٣١،٢٨	٦٢،٥٧	٩٣،٨٥	١٢٥،١٤	١٨٧،٧٠
٧،٩٢	٣١،٣٦	٦٢،٧٣	٩٤،٠٩	١٢٥،٤٥	١٨٨،١٨
٧،٩٣	٣١،٤٤	٦٢،٨٨	٩٤،٣٣	١٢٥،٧٧	١٨٨،٦٥
٧،٩٤	٣١،٥٢	٦٣،٠٤	٩٤،٥٦	١٢٦،٠٩	١٨٩،١٣
٧،٩٥	٣١،٦٠	٦٣،٢٠	٩٤،٨٠	١٢٦،٤٠	١٨٩،٦١
٧،٩٦	٣١،٦٨	٦٣،٣٦	٩٥،٠٤	١٢٦،٧٢	١٩٠،٠٨
٧،٩٧	٣١،٧٦	٦٣،٥٢	٩٥،٢٨	١٢٧،٠٤	١٩٠،٥٦
٧،٩٨	٣١،٨٤	٦٣،٦٨	٩٥،٥٢	١٢٧،٣٦	١٩١،٠٤
٧،٩٩	٣١،٩٢	٦٣،٨٤	٩٥،٧٦	١٢٧،٦٨	١٩١،٥٢
٨،٠٠	٣٢،٠٠	٦٤،٠٠	٩٦،٠٠	١٢٨،٠٠	١٩٢،٠٠

جدول نمرة ٥ مسائح الميول الجانبية

د	$د^2 \times \frac{1}{2}$	$د^2 \times 1$	$د^2 \times \frac{3}{2}$	$د^2 \times 2$	$د^2 \times 3$
٨,٠١	٣٢,٠٨	٦٤,١٦	٩٦,٢٤	١٢٨,٣٢	١٩٢,٤٨
٨,٠٢	٣٢,١٦	٦٤,٣٢	٩٦,٤٨	١٢٨,٦٤	١٩٢,٩٦
٨,٠٣	٣٢,٢٤	٦٤,٤٨	٩٦,٧٢	١٢٨,٩٦	١٩٣,٤٤
٨,٠٤	٣٢,٣٢	٦٤,٦٤	٩٦,٩٦	١٢٩,٢٨	١٩٣,٩٢
٨,٠٥	**٣٢,٤٠**	**٦٤,٨٠**	**٩٧,٢٠**	**١٢٩,٦٠**	**١٩٤,٤١**
٨,٠٦	٣٢,٤٨	٦٤,٩٦	٩٧,٤٤	١٢٩,٩٣	١٩٤,٨٩
٨,٠٧	٣٢,٥٦	٦٥,١٢	٩٧,٦٩	١٣٠,٢٥	١٩٥,٣٧
٨,٠٨	٣٢,٦٤	٦٥,٢٩	٩٧,٩٣	١٣٠,٥٧	١٩٥,٨٦
٨,٠٩	٣٢,٧٢	٦٥,٤٥	٩٨,١٧	١٣٠,٩٠	١٩٦,٣٤
٨,١٠	**٣٢,٨٠**	**٦٥,٦١**	**٩٨,٤١**	**١٣١,٢٢**	**١٩٦,٨٣**
٨,١١	٣٢,٨٩	٦٥,٧٧	٩٨,٦٦	١٣١,٥٤	١٩٧,٣٢
٨,١٢	٣٢,٩٧	٦٥,٩٣	٩٨,٩٠	١٣١,٨٧	١٩٧,٨٠
٨,١٣	٣٣,٠٥	٦٦,١٠	٩٩,١٤	١٣٢,١٩	١٩٨,٢٩
٨,١٤	٣٣,١٣	٦٦,٢٦	٩٩,٣٩	١٣٢,٥٢	١٩٨,٧٨
٨,١٥	**٣٣,٢١**	**٦٦,٤٢**	**٩٩,٦٣**	**١٣٢,٨٤**	**١٩٩,٢٧**
٨,١٦	٣٣,٢٩	٦٦,٥٨	٩٩,٨٨	١٣٣,١٧	١٩٩,٧٦
٨,١٧	٣٣,٣٧	٦٦,٧٥	١٠٠,١٢	١٣٣,٥٠	٢٠٠,٢٥
٨,١٨	٣٣,٤٦	٦٦,٩١	١٠٠,٣٧	١٣٣,٨٢	٢٠٠,٧٤
٨,١٩	٣٣,٥٤	٦٧,٠٨	١٠٠,٦١	١٣٤,١٥	٢٠١,٢٣
٨,٢٠	**٣٣,٦٢**	**٦٧,٢٤**	**١٠٠,٨٦**	**١٣٤,٤٨**	**٢٠١,٧٢**
٨,٢١	٣٣,٧٠	٦٧,٤٠	١٠١,١١	١٣٤,٨١	٢٠٢,٢١
٨,٢٢	٣٣,٧٨	٦٧,٥٧	١٠١,٣٥	١٣٥,١٤	٢٠٢,٧٠
٨,٢٣	٣٣,٨٧	٦٧,٧٣	١٠١,٦٠	١٣٥,٤٦	٢٠٣,٢٠
٨,٢٤	٣٣,٩٥	٦٧,٩٠	١٠١,٨٥	١٣٥,٧٩	٢٠٣,٦٩
٨,٢٥	**٣٤,٠٣**	**٦٨,٠٦**	**١٠٢,٠٩**	**١٣٦,١٣**	**٢٠٤,١٩**

جدول نمرة ٥ مسائح الميـــول الجانبيـــة

ء	$ء^٢ \times \frac{١}{٢}$	$ء^٢ \times ١$	$ء^٢ \times \frac{٣}{٢}$	$ء^٢ \times ٢$	$ء^٢ \times ٣$
٨,٢٦	٣٤,١١	٦٨,٢٣	١٠٢,٣٤	١٣٦,٤٥	٢٠٤,٦٨
٨,٢٧	٣٤,٢٠	٦٨,٣٩	١٠٢,٥٩	١٣٦,٧٨	٢٠٥,١٨
٨,٢٨	٣٤,٢٨	٦٨,٥٦	١٠٢,٨٤	١٣٧,١٢	٢٠٥,٦٧
٨,٢٩	٣٤,٣٦	٦٨,٧٢	١٠٣,٠٩	١٣٧,٤٥	٢٠٦,١٧
٨,٣٠	**٣٤,٤٤**	**٦٨,٨٩**	**١٠٣,٣٣**	**١٣٧,٧٨**	**٢٠٦,٦٧**
٨,٣١	٣٤,٥٣	٦٩,٠٦	١٠٣,٥٨	١٣٨,١١	٢٠٧,١٧
٨,٣٢	٣٤,٦١	٦٩,٢٢	١٠٣,٨٣	١٣٨,٤٤	٢٠٧,٦٧
٨,٣٣	٣٤,٦٩	٦٩,٣٩	١٠٤,٠٨	١٣٨,٧٨	٢٠٨,١٧
٨,٣٤	٣٤,٧٨	٦٩,٥٥	١٠٤,٣٣	١٣٩,١١	٢٠٨,٦٧
٨,٣٥	**٣٤,٨٦**	**٦٩,٧٢**	**١٠٤,٥٨**	**١٣٩,٤٤**	**٢٠٩,١٧**
٨,٣٦	٣٤,٩٤	٦٩,٨٩	١٠٤,٨٣	١٣٩,٧٨	٢٠٩,٦٧
٨,٣٧	٣٥,٠٣	٧٠,٠٦	١٠٥,٠٨	١٤٠,١١	٢١٠,١٧
٨,٣٨	٣٥,١١	٧٠,٢٢	١٠٥,٣٤	١٤٠,٤٥	٢١٠,٦٧
٨,٣٩	٣٥,٢٠	٧٠,٣٩	١٠٥,٥٩	١٤٠,٧٨	٢١١,١٨
٨,٤٠	**٣٥,٢٨**	**٧٠,٥٦**	**١٠٥,٨٤**	**١٤١,١٢**	**٢١١,٦٨**
٨,٤١	٣٥,٣٦	٧٠,٧٣	١٠٦,٠٩	١٤١,٤٦	٢١٢,١٨
٨,٤٢	٣٥,٤٥	٧٠,٩٠	١٠٦,٣٤	١٤١,٧٩	٢١٢,٦٩
٨,٤٣	٣٥,٥٣	٧١,٠٦	١٠٦,٦٠	١٤٢,١٣	٢١٣,٢٠
٨,٤٤	٣٥,٦٢	٧١,٢٣	١٠٦,٨٥	١٤٢,٤٧	٢١٣,٧٠
٨,٤٥	**٣٥,٧٠**	**٧١,٤٠**	**١٠٧,١٠**	**١٤٢,٨٠**	**٢١٤,٢١**
٨,٤٦	٣٥,٧٨	٧١,٥٧	١٠٧,٣٦	١٤٣,١٤	٢١٤,٧١
٨,٤٧	٣٥,٨٧	٧١,٧٤	١٠٧,٦١	١٤٣,٤٨	٢١٥,٢٢
٨,٤٨	٣٥,٩٥	٧١,٩١	١٠٧,٨٦	١٤٣,٨٢	٢١٥,٧٣
٨,٤٩	٣٦,٠٤	٧٢,٠٨	١٠٨,١٢	١٤٤,١٦	٢١٦,٢٤
٨,٥٠	**٣٦,١٢**	**٧٢,٢٥**	**١٠٨,٣٧**	**١٤٤,٥٠**	**٢١٦,٧٥**

جدول نمرة ٥ مسائح الميول الجانبية .

د	$د^{2} \times \frac{1}{2}$	$د^{2} \times 1$	$د^{2} \times \frac{3}{2}$	$د^{2} \times 2$	$د^{2} \times 3$
٨,٥١	٣٦,٢١	٧٢,٤٢	١٨٠,٦٣	١٤٤,٨٤	٢١٧,٢٦
٨,٥٢	٣٦,٢٩	٧٢,٥٩	١٠٨,٨٨	١٤٥,١٨	٢١٧,٧٧
٨,٥٣	٣٦,٣٨	٧٢,٧٦	١٠٩,١٤	١٤٥,٥٢	٢١٨,٢٨
٨,٥٤	٣٦,٤٦	٧٢,٩٣	١٠٩,٤٠	١٤٥,٨٦	٢١٨,٧٩
٨,٥٥	**٣٦,٥٥**	**٧٣,١٠**	**١٠٩,٦٥**	**١٤٦,٢٠**	**٢١٩,٣١**
٨,٥٦	٣٦,٦٤	٧٣,٢٧	١٠٩,٩١	١٤٦,٥٥	٢١٩,٨٢
٨,٥٧	٣٦,٧٢	٧٣,٤٤	١١٠,١٧	١٤٦,٨٩	٢٢٠,٣٣
٨,٥٨	٣٦,٨١	٧٣,٦٢	١١٠,٤٢	١٤٧,٢٣	٢٢٠,٨٥
٨,٥٩	٣٦,٨٩	٧٣,٧٩	١١٠,٦٨	١٤٧,٥٨	٢٢١,٣٦
٨,٦٠	**٣٦,٩٨**	**٧٣,٩٦**	**١١٠,٩٤**	**١٤٧,٩٢**	**٢٢١,٨٨**
٨,٦١	٣٧,٠٧	٧٤,١٣	١١١,٢٠	١٤٨,٢٦	٢٢٢,٤٠
٨,٦٢	٣٧,١٥	٧٤,٣٠	١١١,٤٦	١٤٨,٦١	٢٢٢,٩١
٨,٦٣	٣٧,٢٤	٧٤,٤٨	١١١,٧١	١٤٨,٩٥	٢٢٣,٤٣
٨,٦٤	٣٧,٣٢	٧٤,٦٥	١١١,٩٧	١٤٩,٣٠	٢٢٣,٩٥
٨,٦٥	**٣٧,٤١**	**٧٤,٨٢**	**١١٢,٢٣**	**١٤٩,٦٤**	**٢٢٤,٤٥**
٨,٦٦	٣٧,٥٠	٧٤,٩٩	١١٢,٤٩	١٥٠,٠٠	٢٢٤,٩٩
٨,٦٧	٣٧,٥٨	٧٥,١٧	١١٢,٧٥	١٥٠,٣٤	٢٢٥,٥١
٨,٦٨	٣٧,٦٧	٧٥,٣٤	١١٣,٠١	١٥٠,٦٨	٢٢٦,٠٣
٨,٦٩	٣٧,٧٦	٧٥,٥٢	١١٣,٢٧	١٥١,٠٣	٢٢٦,٥٥
٨,٧٠	**٣٧,٨٤**	**٧٥,٦٩**	**١١٣,٥٣**	**١٥١,٣٨**	**٢٢٧,٠٧**
٨,٧١	٣٧,٩٣	٧٥,٨٦	١١٣,٨٠	١٥١,٧٣	٢٢٧,٥٩
٨,٧٢	٣٨,٠٢	٧٦,٠٤	١١٤,٠٦	١٥٢,٠٨	٢٢٨,١١
٨,٧٣	٣٨,١١	٧٦,٢١	١١٤,٣٢	١٥٢,٤٢	٢٢٨,٦٤
٨,٧٤	٣٨,١٩	٧٦,٣٩	١١٤,٥٨	١٥٢,٧٧	٢٢٩,١٦
٨,٧٥	**٣٨,٢٨**	**٧٦,٥٦**	**١١٤,٨٤**	**١٥٣,١٢**	**٢٢٩,٦٩**

جدول نمرة ٥ مسائح الميــول الجانبيــة

ى	ى٢ × ١/٢	ى٢ × ١	ى٢ × ٣/٢	ى٢ × ٢	ى٢ × ٣
٨,٧٦	٣٨,٣٧	٧٦,٧٤	١١٥,١١	١٥٣,٤٧	٢٣٠,٢١
٨,٧٧	٣٨,٤٦	٧٦,٩١	١١٥,٣٧	١٥٣,٨٢	٢٣٠,٧٤
٨,٧٨	٣٨,٥٤	٧٧,٠٩	١١٥,٦٣	١٥٤,١٨	٢٣١,٢٦
٨,٧٩	٣٨,٦٣	٧٧,٢٦	١١٥,٩٠	١٥٤,٥٣	٢٣١,٧٩
٨,٨٠	**٣٨,٧٢**	**٧٧,٤٤**	**١١٦,١٦**	**١٥٤,٨٨**	**٢٣٢,٣٢**
٨,٨١	٣٨,٨١	٧٧,٦٢	١١٦,٤٢	١٥٥,٢٣	٢٣٢,٨٥
٨,٨٢	٣٨,٩٠	٧٧,٧٩	١١٦,٦٩	١٥٥,٥٨	٢٣٣,٣٨
٨,٨٣	٣٨,٩٨	٧٧,٩٧	١١٦,٩٥	١٥٥,٩٤	٢٣٣,٩١
٨,٨٤	٣٩,٠٧	٧٨,١٤	١١٧,٢٢	١٥٦,٢٩	٢٣٤,٤٤
٨,٨٥	**٣٩,١٦**	**٧٨,٣٣**	**١١٧,٤٨**	**١٥٦,٦٤**	**٢٣٤,٩٧**
٨,٨٦	٣٩,٢٥	٧٨,٥٠	١١٧,٧٥	١٥٧,٠٠	٢٣٥,٥٠
٨,٨٧	٣٩,٣٤	٧٨,٦٨	١١٨,٠١	١٥٧,٣٥	٢٣٦,٠٣
٨,٨٨	٣٩,٤٣	٧٨,٨٥	١١٨,٢٨	١٥٧,٧١	٢٣٦,٥٦
٨,٨٩	٣٩,٥٢	٧٩,٠٣	١١٨,٥٥	١٥٨,٠٦	٢٣٧,١٠
٨,٩٠	**٣٩,٦٠**	**٧٩,٢١**	**١١٨,٨١**	**١٥٨,٤٢**	**٢٣٧,٦٣**
٨,٩١	٣٩,٦٩	٧٩,٣٩	١١٩,٠٨	١٥٨,٧٨	٢٣٨,١٦
٨,٩٢	٣٩,٧٨	٧٩,٥٧	١١٩,٣٥	١٥٩,١٣	٢٣٨,٧٠
٨,٩٣	٣٩,٨٧	٧٩,٧٤	١١٩,٦٢	١٥٩,٤٩	٢٣٩,٢٣
٨,٩٤	٣٩,٩٦	٧٩,٩٢	١١٩,٨٨	١٥٩,٨٥	٢٣٩,٧٧
٨,٩٥	**٤٠,٠٥**	**٨٠,١٠**	**١٢٠,١٥**	**١٦٠,٢٠**	**٢٤٠,٣١**
٨,٩٦	٤٠,١٤	٨٠,٢٨	١٢٠,٤٢	١٦٠,٥٦	٢٤٠,٨٤
٨,٩٧	٤٠,٢٣	٨٠,٤٦	١٢٠,٦٩	١٦٠,٩٢	٢٤١,٣٨
٨,٩٨	٤٠,٣٢	٨٠,٦٤	١٢٠,٩٦	١٦١,٢٨	٢٤١,٩٢
٨,٩٩	٤٠,٤١	٨٠,٨٢	١٢١,٢٣	١٦١,٦٤	٢٤٢,٤٦
٩,٠٠	**٤٠,٥٠**	**٨١,٠٠**	**١٢١,٥٠**	**١٦٢,٠٠**	**٢٤٣,٠٠**

جدول نمرة ٥ مسائح الميول الجانبية

د	$د^2 \times \frac{1}{2}$	$د^2 \times 1$	$د^2 \times \frac{3}{2}$	$د^2 \times 2$	$د^2 \times 3$
٩،٠١	٤٠،٥٩	٨١،١٨	١٢١،٧٧	١٦٢،٣٦	٢٤٣،٥٤
٩،٠٢	٤٠،٦٨	٨١،٣٦	١٢٢،٠٤	١٦٢،٧٢	٢٤٤،٠٨
٩،٠٣	٤٠،٧٧	٨١،٥٤	١٢٢،٣١	١٦٣،٠٨	٢٤٤،٦٢
٩،٠٤	٤٠،٨٦	٨١،٧٢	١٢٢،٥٨	١٦٣،٤٤	٢٤٥،١٦
٩،٠٥	**٤٠،٩٥**	**٨١،٩٠**	**١٢٢،٨٥**	**١٦٣،٨٠**	**٢٤٥،٧١**
٩،٠٦	٤١،٠٤	٨٢،٠٨	١٢٣،١٢	١٦٤،١٧	٢٤٦،٢٥
٩،٠٧	٤١،١٣	٨٢،٢٦	١٢٣،٤٠	١٦٤،٥٣	٢٤٦،٧٩
٩،٠٨	٤١،٢٢	٨٢،٤٥	١٢٣،٦٧	١٦٤،٨٩	٢٤٧،٣٤
٩،٠٩	٤١،٣١	٨٢،٦٣	١٢٣،٩٤	١٦٥،٢٦	٢٤٧،٨٨
٩،١٠	**٤١،٤٠**	**٨٢،٨١**	**١٢٤،٢١**	**١٦٥،٦٢**	**٢٤٨،٤٣**
٩،١١	٤١،٥٠	٨٢،٩٩	١٢٤،٤٥	١٦٥،٩٨	٢٤٨،٩٨
٩،١٢	٤١،٥٩	٨٣،١٧	١٢٤،٧٦	١٦٦،٣٥	٢٤٩،٥٢
٩،١٣	٤١،٦٨	٨٣،٣٦	١٢٥،٠٣	١٦٦،٧١	٢٥٠،٠٧
٩،١٤	٤١،٧٧	٨٣،٥٤	١٢٥،٣١	١٦٧،٠٨	٢٥٠،٦٢
٩،١٥	**٤١،٨٦**	**٨٣،٧٢**	**١٢٥،٥٨**	**١٦٧،٤٤**	**٢٥١،١٧**
٩،١٦	٤١،٩٥	٨٣،٩٠	١٢٥،٨٦	١٦٧،٨١	٢٥١،٧٢
٩،١٧	٤٢،٠٤	٨٤،٠٩	١٢٦،١٣	١٦٨،١٨	٢٥٢،٢٧
٩،١٨	٤٢،١٤	٨٤،٢٧	١٢٦،٤١	١٦٨،٥٤	٢٥٢،٨٢
٩،١٩	٤٢،٢٣	٨٤،٤٦	١٢٦،٦٨	١٦٨،٩١	٢٥٣،٣٧
٩،٢٠	**٤٢،٣٢**	**٨٤،٦٤**	**١٢٦،٩٦**	**١٦٩،٢٨**	**٢٥٣،٩٢**
٩،٢١	٤٢،٤١	٨٤،٨٢	١٢٧،٢٤	١٦٩،٦٥	٢٥٤،٤٧
٩،٢٢	٤٢،٥٠	٨٥،٠١	١٢٧،٥١	١٧٠،٠٢	٢٥٥،٠٢
٩،٢٣	٤٢،٦٠	٨٥،١٩	١٢٧،٧٩	١٧٠،٣٨	٢٥٥،٥٨
٩،٢٤	٤٢،٦٩	٨٥،٣٨	١٢٨،٠٧	١٧٠،٧٥	٢٥٦،١٣
٩،٢٥	**٤٢،٧٨**	**٨٥،٥٦**	**١٢٨،٣٤**	**١٧١،١٢**	**٢٥٦،٦٩**

جدول نمرة ٥ مسائح الميـول الجانبيـة

د	$د^2 \times \frac{1}{2}$	$د^2 \times 1$	$د^2 \times \frac{3}{2}$	$د^2 \times 2$	$د^2 \times 3$
٩,٢٦	٤٢,٨٧	٨٥,٧٥	١٢٨,٦٢	١٧١,٤٩	٢٥٧,٢٤
٩,٢٧	٤٢,٩٧	٨٥,٩٣	١٢٨,٩٠	١٧١,٨٦	٢٥٧,٨٠
٩,٢٨	٤٣,٠٦	٨٦,١٢	١٢٩,١٨	١٧٢,٢٤	٢٥٨,٣٥
٩,٢٩	٤٣,١٥	٨٦,٣٠	١٢٩,٤٦	١٧٢,٦١	٢٥٨,٩١
٩,٣٠	**٤٣,٢٤**	**٨٦,٤٩**	**١٢٩,٧٣**	**١٧٢,٩٨**	**٢٥٩,٤٧**
٩,٣١	٤٣,٣٤	٨٦,٦٨	١٣٠,٠١	١٧٣,٣٥	٢٦٠,٠٣
٩,٣٢	٤٣,٤٣	٨٦,٨٦	١٣٠,٢٩	١٧٣,٧٢	٢٦٠,٥٩
٩,٣٣	٤٣,٥٢	٨٧,٠٥	١٣٠,٥٧	١٧٤,١٠	٢٦١,١٥
٩,٣٤	٤٣,٦٢	٨٧,٢٣	١٣٠,٨٥	١٧٤,٤٧	٢٦١,٧١
٩,٣٥	**٤٣,٧١**	**٨٧,٤٢**	**١٣١,١٣**	**١٧٤,٨٤**	**٢٦٢,٢٧**
٩,٣٦	٤٣,٨٠	٨٧,٦١	١٣١,٤١	١٧٥,٢٢	٢٦٢,٨٣
٩,٣٧	٤٣,٩٠	٨٧,٨٠	١٣١,٦٩	١٧٥,٥٩	٢٦٣,٣٩
٩,٣٨	٤٣,٩٩	٨٧,٩٨	١٣١,٩٨	١٧٥,٩٧	٢٦٣,٩٥
٩,٣٩	٤٤,٠٩	٨٨,١٧	١٣٢,٢٦	١٧٦,٣٤	٢٦٤,٥٢
٩,٤٠	**٤٤,١٨**	**٨٨,٣٦**	**١٣٢,٥٤**	**١٧٦,٧٢**	**٢٦٥,٠٨**
٩,٤١	٤٤,٢٧	٨٨,٥٥	١٣٢,٨٢	١٧٧,١٠	٢٦٥,٦٤
٩,٤٢	٤٤,٣٧	٨٨,٧٤	١٣٣,١٠	١٧٧,٤٧	٢٦٦,٢١
٩,٤٣	٤٤,٤٦	٨٨,٩٢	١٣٣,٣٩	١٧٧,٨٥	٢٦٦,٧٧
٩,٤٤	٤٤,٥٦	٨٩,١١	١٣٣,٦٧	١٧٨,٢٣	٢٦٧,٣٤
٩,٤٥	**٤٤,٦٥**	**٨٩,٣٠**	**١٣٣,٩٥**	**١٧٨,٦٠**	**٢٦٧,٩١**
٩,٤٦	٤٤,٧٤	٨٩,٤٩	١٣٤,٢٤	١٧٨,٩٨	٢٦٨,٤٧
٩,٤٧	٤٤,٨٤	٨٩,٦٨	١٣٤,٥٢	١٧٩,٣٦	٢٦٩,٠٤
٩,٤٨	٤٤,٩٣	٨٩,٨٧	١٣٤,٨٠	١٧٩,٧٤	٢٦٩,٦١
٩,٤٩	٤٥,٠٣	٩٠,٠٦	١٣٥,٠٩	١٨٠,١٢	٢٧٠,١٨
٩,٥٠	**٤٥,١٢**	**٩٠,٢٥**	**١٣٥,٣٧**	**١٨٠,٥٠**	**٢٧٠,٧٥**

جدول نمرة ٥ مسائح الميـول الجانبيـة

د	$\text{د}^{2} \times \frac{1}{2}$	$\text{د}^{2} \times 1$	$\text{د}^{2} \times \frac{3}{2}$	$\text{د}^{2} \times 2$	$\text{د}^{2} \times 3$
٩,٥١	٤٥,٢٢	٩٠,٤٤	١٣٥,٦٦	١٨٠,٨٨	٢٧١,٣٢
٩,٥٢	٤٥,٣١	٩٠,٦٣	١٣٥,٩٤	١٨١,٢٦	٢٧١,٨٩
٩,٥٣	٤٥,٤١	٩٠,٨٢	١٣٦,٢٣	١٨١,٦٤	٢٧٢,٤٦
٩,٥٤	٤٥,٥٠	٩١,٠١	١٣٦,٥٢	١٨٢,٠٢	٢٧٣,٠٣
٩,٥٥	**٤٥,٦٠**	**٩١,٢٠**	**١٣٦,٨٠**	**١٨٢,٤٠**	**٢٧٣,٦١**
٩,٥٦	٤٥,٧٠	٩١,٣٩	١٣٧,٠٩	١٨٢,٧٩	٢٧٤,١٨
٩,٥٧	٤٥,٧٩	٩١,٥٨	١٣٧,٣٨	١٨٣,١٧	٢٧٤,٧٥
٩,٥٨	٤٥,٨٩	٩١,٧٨	١٣٧,٦٦	١٨٣,٥٥	٢٧٥,٣٣
٩,٥٩	٤٥,٩٨	٩١,٩٧	١٣٧,٩٥	١٨٣,٩٤	٢٧٥,٩٠
٩,٦٠	**٤٦,٠٨**	**٩٢,١٦**	**١٣٨,٢٤**	**١٨٤,٣٢**	**٢٧٦,٤٨**
٩,٦١	٤٦,١٨	٩٢,٣٥	١٣٨,٥٣	١٨٤,٧٠	٢٧٧,٠٦
٩,٦٢	٤٦,٢٧	٩٢,٥٤	١٣٨,٨٢	١٨٥,٠٩	٢٧٧,٦٣
٩,٦٣	٤٦,٣٧	٩٢,٧٤	١٣٩,١٠	١٨٥,٤٧	٢٧٨,٢١
٩,٦٤	٤٦,٤٦	٩٢,٩٣	١٣٩,٣٩	١٨٥,٨٦	٢٧٨,٧٩
٩,٦٥	**٤٦,٥٦**	**٩٣,١٢**	**١٣٩,٦٨**	**١٨٦,٢٤**	**٢٧٩,٣٧**
٩,٦٦	٤٦,٦٦	٩٣,٣١	١٣٩,٩٧	١٨٦,٦٣	٢٧٩,٩٥
٩,٦٧	٤٦,٧٥	٩٣,٥١	١٤٠,٢٦	١٨٧,٠٢	٢٨٠,٥٣
٩,٦٨	٤٦,٨٥	٩٣,٧٠	١٤٠,٥٥	١٨٧,٤٠	٢٨١,١١
٩,٦٩	٤٦,٩٥	٩٣,٩٠	١٤٠,٨٤	١٨٧,٧٩	٢٨١,٦٩
٩,٧٠	**٤٧,٠٤**	**٩٤,٠٩**	**١٤١,١٣**	**١٨٨,١٨**	**٢٨٢,٢٧**
٩,٧١	٤٧,١٤	٩٤,٢٨	١٤١,٤٣	١٨٨,٥٧	٢٨٢,٨٥
٩,٧٢	٤٧,٢٤	٩٤,٤٨	١٤١,٧٢	١٨٨,٩٦	٢٨٣,٤٣
٩,٧٣	٤٧,٣٤	٩٤,٦٧	١٤٢,٠١	١٨٩,٣٤	٢٨٤,٠٢
٩,٧٤	٤٧,٤٣	٩٤,٨٧	١٤٢,٣٠	١٨٩,٧٣	٢٨٤,٦٠
٩,٧٥	**٤٧,٥٣**	**٩٥,٠٦**	**١٤٢,٥٩**	**١٩٠,١٢**	**٢٨٥,١٩**

جدول نمرة ٥ مسائح الميول الجانبية

ء	$ء^2 \times \frac{1}{2}$	$ء^2 \times 1$	$ء^2 \times \frac{3}{2}$	$ء^2 \times 2$	$ء^2 \times 3$
٩,٧٦	٤٧,٦٣	٩٥,٢٦	١٤٢,٨٩	١٩٠,٥١	٢٨٥,٧٧
٩,٧٧	٤٧,٧٣	٩٥,٤٥	١٤٣,١٨	١٩٠,٩٠	٢٨٦,٣٦
٩,٧٨	٤٧,٨٢	٩٥,٦٥	١٤٣,٤٧	١٩١,٣٠	٢٨٦,٩٤
٩,٧٩	٤٧,٩٢	٩٥,٨٤	١٤٣,٧٧	١٩١,٦٩	٢٨٧,٥٣
٩,٨٠	٤٨,٠٢	٩٦,٠٤	١٤٤,٠٦	١٩٢,٠٨	٢٨٨,١٢
٩,٨١	٤٨,١٢	٩٦,٢٤	١٤٤,٣٥	١٩٢,٤٧	٢٨٨,٧١
٩,٨٢	٤٨,٢٢	٩٦,٤٣	١٤٤,٦٥	١٩٢,٨٦	٢٨٩,٣٠
٩,٨٣	٤٨,٣١	٩٦,٦٣	١٤٤,٩٤	١٩٣,٢٦	٢٨٩,٨٩
٩,٨٤	٤٨,٤١	٩٦,٨٢	١٤٥,٢٤	١٩٣,٦٥	٢٩٠,٤٨
٩,٨٥	٤٨,٥١	٩٧,٠٢	١٤٥,٥٣	١٩٤,٠٤	٢٩١,٠٧
٩,٨٦	٤٨,٦١	٩٧,٢٢	١٤٥,٨٣	١٩٤,٤٤	٢٩١,٦٦
٩,٨٧	٤٨,٧١	٩٧,٤٢	١٤٦,١٢	١٩٤,٨٣	٢٩٢,٢٥
٩,٨٨	٤٨,٨١	٩٧,٦١	١٤٦,٤٢	١٩٥,٢٣	٢٩٢,٨٤
٩,٨٩	٤٨,٩١	٩٧,٨١	١٤٦,٧٢	١٩٥,٦٢	٢٩٣,٤٤
٩,٩٠	٤٩,٠٠	٩٨,٠١	١٤٧,٠١	١٩٦,٠٢	٢٩٤,٠٣
٩,٩١	٤٩,١٠	٩٨,٢١	١٤٧,٣١	١٩٦,٤٢	٢٩٤,٦٢
٩,٩٢	٤٩,٢٠	٩٨,٤١	١٤٧,٦١	١٩٦,٨١	٢٩٥,٢٢
٩,٩٣	٤٩,٣٠	٩٨,٦٠	١٤٧,٩١	١٩٧,٢١	٢٩٥,٨١
٩,٩٤	٤٩,٤٠	٩٨,٨٠	١٤٨,٢٠	١٩٧,٦١	٢٩٦,٤١
٩,٩٥	٤٩,٥٠	٩٩,٥٠	١٤٨,٥٠	١٩٨,٠٠	٢٩٧,٠١
٩,٩٦	٤٩,٦٠	٩٩,٢٠	١٤٨,٨٠	١٩٨,٤٠	٢٩٧,٦٠
٩,٩٧	٤٩,٧٠	٩٩,٤٠	١٤٩,١٠	١٩٨,٨٠	٢٩٨,٢٠
٩,٩٨	٤٩,٨٠	٩٩,٦٠	١٤٩,٤٠	١٩٩,٢٠	٢٩٨,٨٠
٩,٩٩	٤٩,٩٠	٩٩,٨٠	١٤٩,٧٠	١٩٩,٦٠	٢٩٩,٤٠
١٠,٠٠	٥٠,٠٠	١٠٠,٠٠	١٥٠,٠٠	٢٠٠,٠٠	٣٠٠,٠٠

تم بحمد الله تعالى طبع كتاب الانوار العباسية في أعمال الحفر والردم الاساسية
بالمطبعة الكبرى الاميرية في ظل خديوينا المعظم (عباس باشا حلمي الثاني)
في شهر محرم الحرام افتتاح سنة ١٣١٩ هجرية
على صاحبها أفضل الصلاة وأزكى التحية

صورة ما كتبه سعادة اسماعيل بك سرى
مفتش التصميمات بالمنيا

بعد طبع هذا الكتاب قد عرضته على نابغة مصر علامة العصر الذى يرجع اليه فى المشكلات ويوثق برأيه الصائب فى المعضلات صاحب السعادة المحترم اسماعيل بك سرى مفتش التصميمات بالمنيا فتفضل جنابه الرفيع بقراءته بغاية الدقة و بعد تمعنه فيه تكرم علينا بخطاب هذا نصه .

تحريرا بالمنيا فى ٢٩ ينـاير سـنة ١٩٠١

عزيزى محمد افندى زكى حفظه الله

أبدى لحضرتكم أنه وصلنى خطابكم المؤرخ ٨ الجارى ومعه نسخة من مؤلفكم " الانوار العباسـية فى أعمال الحفر والردم الاساسية " وكذا الجداول الملحقة به للاطلاع عليها وابداء رأيى نحوها فبعد تلاوة هذا الكتاب بغاية الدقة أرانى مرتاحا الأن أخبركم بأنى وجدته غاية فى الافادة لجميع من لهم علاقة بأشغال الحفر والردم من مهندسين ومقاولين وخلافهم

ففى المقدمة المتكون منها الفصل الاول نصائح وفوائد جديرة بالاعتبار

وفى الفصل الثانى جميع الطرق والقوانين المتداولة بين المهندسين لحساب الحفر والردم مشروحة شرحا جليًا رائقا

وفى الفصل الثالث الطرق المستعملة بالهند لحساب الحفر والردم وهى مثل الطرق المتعارفة ولا تنقص عنها شيء فى الدقة

وفى الفصل الرابع شرح أسهل الطرق لحساب الحفر والردم وهى الاحسن على ما أرى اذ أنه فى غالب الاحيان تكون أثمان الوحدة فى هذه الاعمال صغيرة فلا تحتاج فى حسابها لزيادة فى الدقة

وفى الفصـــــل الخامس شرح جميع التعليمات اللازم اتباعها فى تنفيذ وملاحظة أشغال الحفر والردم شرحا كافيا

وفى الفصـــــل السادس شرح الادوات اليدية المستعملة فى هـذه البلاد وغيرها لاجراء أعمال الحفر والردم

وفى الفصـــــل السابـــع اعتبارات مهمة فى كيفية توضيب الحفر

وفى الفصـــــل الثـــامن شرح طرق توضيب الردم وبعض اعتبارات مفيدة على هبوط الردم وفى حفظ ميول الجسور

وفى الفصـــــل التاســـع اعتبارات مفيدة على أثمان الحفر والردم وأبعاد نقـــل الأتربة

وفى الفصـــــل العـــاشر منشورات وتعلمات وصور قونترا تات عن أعمال الحفر والردم بالقطر المصرى وهو شامل لكل ما يلزم للمهندس والمقاول معرفته فيما يختص بهذه الاعمال

وفى آخر الكتاب جدول كبير مفيد جدا بواسطته تحسب مسائح الميول الجانبية وفى استعماله سهولة كبرى فى الحسابات

والجدولان الملحقان بالكتاب يجعلان عمليات حساب الحفر والردم من أبسط العمليات الحسابية

وفى الختام أهنئكم خالص التهنئة على تصنيف هـذا الكتاب المفيد الذى سيكون ان شاء الله فاتحة مؤلفات عديدة ينتفع بها أهل الوطن العزيز أكثر الله من أمثالكم والســـــلام ما

اسماعيل سرى

فهـــــرس

الانوار العباســـية فى أعمال الحفر والردم الاساسية

الفصل الاول

مقدمة

الفصل الثانى

الحسابات المتعلقة بالحفر والردم

صحيفة

الفصل الثالث

طريقة أخرى لحساب أشغال الحفر والردم

الفصل الرابع

الطريقة السهلة لحساب أشغال الحفر والردم

الفصل الخامس

ملاحظة أشغال الحفر والردم

الفصل السادس

الادوات المستعملة لاجراء الحفر والردم

صحيفة

الفصل السابع

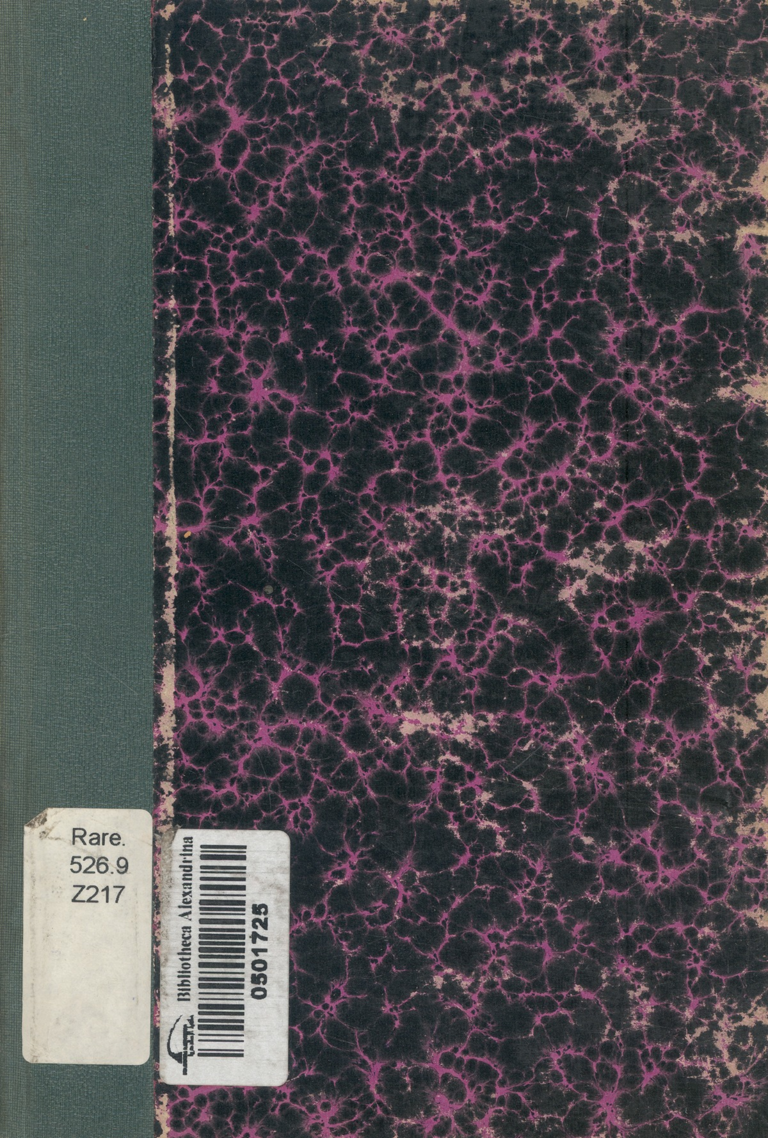
الفصل الثامن

الفصل التاسع

الفصل العاشر

المنشورات والقوانين الرسمية الخاصة بأشغال الحفر والردم

(تم الفهرس)


Rare.
526.9
Z217
Bibliotheca Alexandrina
0501725